ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DU Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE DE ZOOLOGIE

DIRECTEUR PROFr C. HOULBERT

Les Insectes

Anatomie et Physiologie générales

2e ÉDITION

PAR

C. HOULBERT



LIBRAIRIE OCTAVE DOIN

GASTON DOIN, ÉDITEUR, PARIS

R. C. Shannon

Read with Dr. E. A. Schwarz
1922
R. C. Shannon.

Librairie Octave DOIN, Gaston DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon, Paris.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE DE ZOOLOGIE

Directeur : Dr Gustave LOISEL

Directeur de Laboratoire à l'École pratique des Hautes Études
Professeur de Zoologie des Cours secondaires, à la Sorbonne.

La *Bibliothèque de Zoologie*, qui formera cinquante volumes environ, comprendra l'étude des grands groupes zoologiques considérés au point de vue général ainsi que la systématique des faunes française ou européenne.

Les volumes qui traiteront des grands groupes zoologiques feront connaître, sous forme d'introduction ou autre, l'histoire des animaux dans le passé, leurs rapports avec l'art, la religion, les légendes, la vie économique des peuples, etc. Ils traiteront ensuite de l'anatomie et de la physiologie comparées du groupe considéré, de son ontogénèse et de sa phylogénèse, de sa classification et enfin de sa distribution géographie qui mettra en évidence ses adaptations diverses aux différents milieux et climats.

Les volumes qui seront consacrés à l'étude particulière de telle partie de la faune seront conçus, non plus seulement au point de vue systématique, comme on l'a fait jusqu'ici pour des ouvrages semblables, mais dans un sens nettement biologique, visant à montrer les différentes modalités de la vie des animaux observés dans leur milieu naturel d'action. Ces ouvrages seront donc autre chose que des catalogues raisonnés. Ils comprendront, d'abord, une sorte d'introduction dans laquelle l'auteur, tout en expliquant les termes spéciaux dont il pourra avoir besoin, saura situer son sujet, en donnant, par exemple, les caractères généraux, anato-

miques ou biologiques, propres au groupe considéré et en en montrant ses rapports avec les groupes voisins.

Dans le corps même de l'ouvrage, des diagnoses très complètes seront accompagnées de tableaux dichotomiques basés, s'il est possible, autant sur l'anatomie que sur la morphologie externe, et donneront toujours les différences propres à l'âge et au sexe. Tous les genres des faunes française et européenne seront déterminés mais, pour certains groupes, l'étude des espèces devra être limitée aux formes les plus typiques ou à celles qui présentent un intérêt spécial. Par contre, les auteurs s'étendront sur la vie même des espèces envisagées par rapport aux différents milieux cosmiques et biologiques, ce qui leur donnera l'occasion de montrer le degré de variabilité de ces espèces. De même, ils parleront longuement des mœurs des individus : habitat, régime, moyens d'attaque et de défense, adaptation, parasites, instincts, sociabilité, phénomènes de reproduction (époques et circonstances de la ponte et du rut, accouplement, œufs et nids, incubation et gestation, éducation et développement des petits, métamorphoses, mues, etc.). Enfin ils indiqueront leurs rapports avec l'espèce humaine, soit en ce qui concerne leurs différentes sortes de nuisance, soit en parlant de leur utilité aux points de vue agricole, commercial, industriel ou médical.

Les volumes de la bibliothèque ainsi conçus, s'adresseront non seulement aux étudiants et aux licenciés des Facultés des Sciences, mais encore aux amateurs éclairés qui sont si nombreux dans les diverses sociétés ou académies scientifiques des grandes villes. Ils ne formeront pas une œuvre de simple vulgarisation ; leur but est plus élevé, et bien qu'ils n'aient pas la prétention de répondre à tous les desiderata des naturalistes qui se sont étroitement spécialisés, ils renfermeront une bibliographie assez complète pour qu'ils constituent le vademecum nécessaire de toute personne travaillant un sujet donné.

Tous les volumes, écrits par des auteurs choisis parmi les personnalités les plus autorisées en chaque matière, seront illustrés, sous la direction de l'auteur, par le moyen de photographies ou de dessins, autant que possible originaux.

La *Bibliothèque de Zoologie* ne se contentera donc pas de venir donner le reflet de données actuellement acquises ; ses ouvrages auront une autre prétention, celle d'être des

incitateurs à des recherches nouvelles, surtout à l'étude et à l'observation de l'animal vivant, faites dans un sens nettement biologique et expérimental.

Trop longtemps, on n'a considéré chez nous l'animal, que comme objet de musée, de table à dissection ou d'étuve à inclusion pour coupes microspicoques ; dans nos nombreuses stations zoologiques, presque toutes situées au bord de la mer, l'on ne peut guère faire que des travaux d'anatomie ou de morphologie comparées, alors que partout autre part, en Amérique aussi bien qu'en Europe, fonctionnent déjà depuis plusieurs années des stations de zoologie expérimentale terrestres aussi bien que marines. De semblables activités ne sauraient tarder à se manifester dans notre pays, croyons-nous, et c'est en partie pour aider à leur éclosion, pour orienter les zoologistes français dans ces voies nouvelles essentiellement fécondes, que les auteurs de cette bibliothèque ont été chargés d'écrire leurs ouvrages.

Les volumes seront publiés dans le format in-18 jésus cartonné ; ils formeront chacun 350 pages environ avec figures dans le texte. Chaque ouvrage se vendra séparément.

Voir, à la fin du volume, la notice sur l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE, pour les conditions générales de publication.

TABLE DES VOLUMES
ET LISTE DES COLLABORATEURS

Les volumes parus sont marqués d'un *

1. **Les Protozoaires**, 1 vol. par M. Fauré-Fremiet, attaché au Collège de France.
2. **Les Spongiaires**, 1 vol par M. Topsent, maître de conférences à l'Université de Caen.
3. **Les Polypes**, 1 vol. par M. Roule, professeur à l'Université de Toulouse.
4. **Les Echinodermes**, 1 vol. par M. Rémy Perrier, chargé de cours à la Faculté des sciences de l'Université de Paris.
5. **Les Insectes**, par MM. Wilhem; Houlbert, Professeur à l'Université de Rennes ; Guérin, préparateur au Museum d'Histoire naturelle ; Picard, préparateur à l'Institut Pasteur de Paris, etc., etc.
   * *a*. **Les Insectes**. Anatomie et physiologie générales. — Introduction à l'étude de l'entomologie biologique, 2e édition, par C. Houlbert.

   b. **Les Coléoptères**, 3 volumes par C. Houlbert.
6. **Les Myriapodes et les Onychophores**, par M. Wilhem, professeur à l'Université de Gand.
7. **Les Arachnides.**
8. **Les Crustacés.**
9. **Les Vers.**
10. **Les Rotifères, les Bryozoaires et les Brachiopodes.**
11. **Les Mollusques**, 5 vol. par MM. Vayssières, professeur à l'Université d'Aix-Marseille ; Quintaret, préparateur à l'Université d'Aix-Marseille et Distaso, attaché au Laboratoire zoologique de Villefranche et à l'Institut Pasteur de Paris.
12. **Les Tuniciers**, 1 vol. par M. Herdman, professeur à l'Université de Liverpool.
13. **Les Poissons**, 3 vol. par M. Cligny, directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer.
14. **Les Batraciens**, 1 vol. par E. Boulenger, D. Sc., D. Phil., membre de la Société Royale de Londres.
15. **Les Reptiles**, 1 vol. par M. Boulenger.
16. **Les Oiseaux.**
17. **Les Mammifères**, 3 vol. par M. Trouessart, professeur de mammalogie au Museum d'Histoire naturelle.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

du Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études

Secrétaire général : H. PIÉRON

BIBLIOTHÈQUE DE ZOOLOGIE

DIRECTEUR : Dr Gustave LOISEL

Directeur de Laboratoire à l'École pratique des Hautes-Études.

Professeur de Zoologie des Cours secondaires, à la Sorbonne.

LES INSECTES

LES INSECTES

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE GÉNÉRALES

INTRODUCTION A L'ÉTUDE DE L'ENTOMOLOGIE BIOLOGIQUE

PAR

C. HOULBERT

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE RENNES,
ÉCOLE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE
LAURÉAT DE L'INSTITUT.

DEUXIÈME ÉDITION REVUE ET CORRIGÉE

Avec 207 figures dans le texte.

PARIS
LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1920



PRÉFACE

Cet ouvrage s'adresse à ceux qui débutent dans la science difficile des Insectes, et à ceux qui, ne faisant pas de cette étude l'objet principal de leurs occupations, désirent cependant en posséder les notions les plus élémentaires et les plus générales.

Nous nous sommes appliqué, dans ce travail, à présenter l'Entomologie telle que nous la concevons aujourd'hui, c'est-à-dire sous son aspect nettement biologique ; toutefois, l'espace nous étant mesuré, nous nous sommes borné, le plus souvent, à résumer les faits sans les discuter.

Nous nous sommes appuyé de préférence sur les vues d'ensemble, qui permettent d'envisager, d'un seul coup d'œil, les problèmes si divers de la biologie. Pour cela, il va sans dire que nous avons largement mis à profit les œuvres de nos devanciers : LACORDAIRE, JACQUELIN DU VAL, PACKARD, FÉLIX HENNEGUY, BERLESE, etc.

Nous ne voulons pas terminer cette préface sans adresser l'expression de notre reconnaissance la plus vive à MM. CHARLES ET RENÉ OBERTHÜR, les savants entomologistes rennais, qui nous ont fourni tant de renseignements précieux, et dont les merveilleuses collections ont été mises à notre disposition avec une bienveillance qui ne s'est jamais démentie.

Rennes, le 12 Juillet 1919.

C. HOULBERT.

TABLEAU SYNOPTIQUE

DESTINÉ A MONTRER LA PLACE OCCUPÉE PAR LES INSECTES DANS L'EMBRANCHEMENT DES ARTHROPODES

Arthropodes (1) Animaux pourvus de pattes articulées	*Aquatiques*, respirant à l'aide de *branchies*. .		I° CRUSTACÉS (Écrevisse)
	Terrestres, respirant par des *trachées*.	Pattes molles, terminées par 2 petits crochets.	II° ONYCHOPHORES (Péripate)
		Au moins 20 paires de pattes	III° MYRIAPODES (Scolopendre)
		Quatre paires de pattes seulement	IV° ARACHNIDES (Araignées)
		Trois paires de pattes.	V° **Insectes** (Abeille)

(1) Arthropodes : du grec, *artros* article et *podos* pied.

LES INSECTES

ÉTUDE ÉLÉMENTAIRE D'ENTOMOLOGIE BIOLOGIQUE

I. — GÉNÉRALITÉS SUR L'ENTOMOLOGIE

Les Insectes, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le tableau qui précède, constituent la 5e classe du vaste embranchement des Arthropodes.

Cette classe est assurément, et de beaucoup, la plus nombreuse et la plus riche de tout le règne animal, puisqu'elle en représente les 4/5 à elle seule.

Plus de 300.000 espèces sont aujourd'hui cataloguées dans les collections particulières et dans nos Musées ; mais ce nombre est certainement bien au-dessous de la vérité, puisqu'il existe des régions entières du globe qui n'ont pas encore été explorées ou qui ne l'ont été qu'imparfaitement.

Bien que dérivant sûrement des formes terrestres aptères, les Insectes actuels sont presque tous pourvus d'ailes (1) et admirablement adaptés à la vie aérienne. Possédant les habitudes les plus variées « tantôt marchant, tantôt volant », on peut les rencontrer partout : sous les pierres, sous les débris organiques, dans les

(1) Exception pour les espèces parasites et pour quelques formes secondairement réadaptées. Nous parlons, bien entendu, des Insectes adultes.

eaux douces ou marines, sur les fleurs et même dans les cavernes les plus obscures.

La science des Insectes se nomme l'*Entomologie*, du grec : εντσμα, entrecoupé et λογος, discours. Le mot Insecte (*insectum*, contraction du mot latin *intersectum*) n'est lui-même que la traduction du terme grec correspondant.

Par conséquent, si l'on devait s'en tenir strictement aux données de l'étymologie, l'entomologie aurait à s'occuper de tous les animaux articulés, et il en a été ainsi, en effet, pendant longtemps ; mais aujourd'hui, on est convenu de réserver à cette science un domaine plus restreint ; elle s'applique exclusivement à l'étude des Arthropodes à trois paires de pattes, tels qu'ils ont été définis par Lamarck en 1801 (1).

II. — DÉFINITION DU TYPE INSECTE

Le nom d'Insecte n'avait pas, pour les Anciens, le sens précis qu'il a aujourd'hui ; il s'appliquait non seulement à tous les animaux articulés, mais encore, indistinctement, à tous les Invertébrés de petite taille, telles que les Limaces et les Étoiles de mer.

Aucun auteur, cependant, n'est allé aussi loin dans cette voie que notre illustre physicien Réaumur ; il voulait faire rentrer dans la catégorie des Insectes, tous les animaux que leur forme ne permettait pas de placer parmi les « Quadrupèdes ordinaires » les Oiseaux et les

(1) LAMARCK (A) — *Système des Animaux sans vertèbres ou Tableau général des classes, des ordres et des genres de ces animaux*. Paris, 1801. VIII-432 p. in-8°.

Poissons. « La grandeur d'un animal, disait-il, ne doit pas suffire pour l'ôter du nombre des Insectes. » A ce titre, « un Crocodile serait un furieux Insecte », et Réaumur avouait, en effet, qu'il n'aurait eu aucune peine à lui donner ce nom, ainsi qu'à tous les Reptiles.

Ces conclusions bizarres indiquent combien l'anatomie comparée était peu avancée au début du XVIII[e] siècle, puisque des savants de distinction n'avaient encore aucune notion des types organiques et pouvaient placer, dans un même groupe, des êtres aussi différents que les Mollusques, les Insectes et les Vertébrés.

Aujourd'hui, la classe des Insectes est limitée d'une façon précise ; et, pour tous les naturalistes, les animaux qui la composent peuvent être définis, à l'état adulte, par les caractères suivants :

1° Ils respirent presque tous l'air en nature à l'aide de trachées (d'où le nom de *Trachéates*).

2° Leur corps est divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen.

3° Le thorax porte toujours trois paires de pattes et, généralement, deux paires d'ailes.

4° L'abdomen est complètement dépourvu d'appendices locomoteurs.

Il a fallu arriver jusqu'à Lamarck (1801), c'est-à-dire jusqu'au commencement du siècle dernier, pour voir l'expression d'Insectes exclusivement réservée aux Arthropodes à trois paires de pattes ; ce ne fut même qu'en 1817, qu'un auteur anglais, Leach, en établissant le groupes des Myriapodes, fixa les limites définitives de la classe des Insectes.

Ces vues entrèrent d'ailleurs presque aussitôt dans le domaine de la pratique sous l'influence de Latreille qui, en 1832, publia, dans son *Cours d'entomologie* (1), une classification des Articulés, où les Insectes sont très nettement définis sous le nom d'*Hexapodes* ou *Condylopes* à six pattes.

(1) Latreille (P. A.) — *Cours d'entomologie ou de l'histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides, des Myriapodes et des Insectes*. Paris, Roret, 1831, avec atlas de 24 planches.

INTRODUCTION

HISTOIRE DE L'ENTOMOLOGIE

Il est bien difficile d'établir avec précision une histoire complète de l'Entomologie, dans le cadre d'un ouvrage aussi restreint que celui-ci. Les diverses branches de la science se sont d'ailleurs développées simultanément et il conviendrait d'examiner chacune d'elles isolément, dans sa marche et dans ses progrès ; mais, comme cette méthode nous exposerait à de nombreuses répétitions, nous sommes obligé de suivre, purement et simplement, l'ordre chronologique.

Au début, la science est seulement descriptive ; les auteurs n'envisagent guère que l'aspect extérieur des organes et leur usage immédiat ; plus tard, lorsque les détails de la forme deviennent mieux connus, on éprouve le besoin de les comparer entre eux, afin de grouper rationnellement les espèces ; on arrive ainsi, petit à petit, à la classification.

Puis les naturalistes s'aperçoivent que les particularités de l'organisation interne peuvent très utilement servir à compléter les classifications ; ils étudient alors la structure anatomique, le développement et les métamorphoses.

Nous envisagerons, dans l'histoire de l'Entomologie, les trois époques suivantes, qui correspondent plus ou moins exactement aux tendances des périodes indiquées ci-dessus :

1° L'entomologie dans l'antiquité et au moyen âge ;
2° L'entomologie dans les temps modernes ;
3° L'entomologie dans les temps actuels.

I. L'ENTOMOLOGIE DANS L'ANTIQUITÉ ET AU MOYEN AGE

1° Égypte et Grèce.

On trouve fréquemment des Insectes peints ou sculptés sur les monuments de l'ancienne Égypte ; Latreille, dans son opuscule sur

les insectes sacrés, indique le Sphex, l'Abeille et le Scarabée rouleur de boules (1) ; ce dernier surtout était hautement vénéré des Égyptiens, qui lui attribuaient une multitude de vertus réelles ou symboliques.

D'un autre côté, un certain nombre d'Orthoptères sont cités dans le livre de l'Exode, parce que les Hébreux furent souvent obligés de se nourrir de Criquets dans le cours de leurs pérégrinations à travers les déserts de l'Arabie Pétrée ; Moïse pouvait même déjà, semble-t-il, distinguer entre eux quelques genres voisins, tels que les Grillons, les Locustes, et les Truxales, car il les indique en parlant des animaux qu'il est permis ou défendu de manger (Voir p. 302).

Il est à peine besoin de faire remarquer ici que l'une des plaies d'Égypte mentionnées dans l'Écriture (la Xe), n'est autre chose que l'une de ces terribles invasions de Sauterelles qui se reproduisent à peu près périodiquement dans ce pays (2).

Mais tout cela, dit Lacordaire, n'est pas encore de la science ; pour voir l'Entomologie prendre, en quelque sorte, une forme arrêtée, il faut se transporter en Grèce, au temps d'Aristote, dont les écrits peuvent être considérés comme le résumé de tout ce que l'antiquité connut en cette matière (3).

Aristote divisait tous les animaux en deux grandes catégories : les *Enaïma*, qui avaient du sang (4), et les *Aneïma* qui n'en avaient pas. C'est à ce dernier groupe qu'appartenaient les Entoma (5), c'est-à-dire les animaux pourvus de pieds et ayant le corps divisé par des incisions plus ou moins profondes.

En réalité, quarante-sept insectes seulement sont mentionnés dans les écrits d'Aristote; mais, comme ils ne sont désignés que par le nom du genre et qu'aucune description ne les accompagne, il est à peu près

(1) Latreille (P). — *Des Insectes peints ou sculptés sur les monuments antiques de l'Egypte.* Paris, 1819, 21 pp. 1 pl.

(2) Voir : *Les Orthoptères* E S. : *Acridium ægyptium* et *Pachytilus migratorius.*

(3) Le résumé historique que nous publions ici est, en grande partie, emprunté à Lacordaire, pour le xve et le xvie siècle : *Introduction à l'Entomologie*, 2e vol., p. 619.

(4) Il faut entendre du sang rouge, par conséquent bien visible ; les *Aneïma* comprenaient tous les animaux dont le sang est incolore, c'est-à-dire à peu près tous les invertébrés.

(5) D'où le mot : *entomologie.*

impossible de savoir avec lesquelles de nos espèces actuelles ils pourraient être identifiés (1).

2° Rome et l'Europe aux premiers siècles.

Les Romains, uniquement préoccupés de guerres ou de commerce, ne s'intéressèrent pas aux sciences naturelles ; PLINE (l'*Ancien*) ne fait donc que reproduire les idées d'Aristote. Il les déforme même le plus souvent en les encombrant des légendes et de toutes les croyances populaires qui avaient cours de son temps. De lui, on ne doit retenir qu'une chose, c'est que, contrairement à l'opinion du grand philosophe grec, il croyait pouvoir admettre — oh ! bien timidement d'ailleurs, — qu'il existe quelque chose d'analogue au sang chez les Insectes : *sanguinem non esse in his fateor, sicut ne terrestribus quidem cunctis, verum simile quiddam* (Livre XI, p. 379, édit. Lemaire).

Puis, la nuit du moyen âge s'étendit sur toutes les connaissances humaines ; dans ce long intervalle de temps, l'entomologie, elle aussi, fut presque totalement oubliée ; rien ne fut ajouté au fonds de connaissances transmis par les Grecs et les Romains. ALBERT LE GRAND lui-même, le savant évêque de Ratisbonne (1193-1280), qui consacra un livre entier de ses œuvres à l'histoire des insectes, ne fit que recopier, comme il l'avoue loyalement, les écrits d'Aristote.

Et il en fut ainsi jusqu'au milieu du XVIIe siècle.

II. L'ENTOMOLOGIE DANS LES TEMPS MODERNES

1. — L'invention de l'imprimerie et la découverte du Nouveau-Monde paraissent avoir été le signal d'un réveil général de l'esprit humain ; quelques naturalistes eurent l'audace de penser qu'Aristote n'avait peut-être pas tout vu ; ils cherchèrent alors, dans l'observation directe de la nature, la solution de certains problèmes que l'étude des écrits des anciens ne pouvait leur donner ; mais l'influence du grand philosophe ionien se fit encore sentir bien longtemps, à tel point que CONRAD GESNER (1516-1565), surnommé le Pline moderne, ALDROVANDI lui-même, « le plus infatigable compi-

(1) ARISTOTE. — *Histoire des animaux*, texte grec avec traduction française Paris, Camus, 1783, 2 vol. in-4°.

lateur qui ait jamais existé », ne s'en libérèrent jamais complètement.

L'ouvrage du premier sur les Insectes était inachevé quand il mourut ; il ne fut publié que très longtemps après sa mort, en 1634, par Théodore de Mayerne, l'un des médecins de la cour de Charles Ier ; il n'est d'ailleurs remarquable que par la prodigieuse érudition de l'auteur (1).

L'ouvrage d'Aldrovandi (2) renferme une première ébauche de classification qui contribua, dans une certaine mesure, à accélérer les progrès de l'entomologie naissante.

Nous ne sommes pas encore sortis, comme on le voit, des tâtonnements de l'antiquité ; mais nous touchons cependant à une époque où le règne des anciens va prendre fin ; l'observation va l'emporter sur l'érudition, et, dans le courant du XVIIIe siècle, la science va, pour ainsi dire, se rénover de fond en comble. GŒDART ouvre la voie, avec son *Traité sur les métamorphoses des Insectes* (3), fruit de quarante années d'observations ; et FRANÇOIS REDI, appuyé sur le guide le plus solide qui soit au monde, celui de la méthode expérimentale, porta le premier coup aux stériles spéculations de l'antiquité, en démontrant l'inexactitude de la fameuse théorie de la génération spontanée (4).

2. — Une ère nouvelle s'ouvre pour les sciences naturelles avec la découverte des instruments grossissants ; on ne s'était guère attaché jusqu'alors qu'à l'étude des caractères extérieurs des Insectes, on peut maintenant s'appliquer aux détails de leur organisation interne.

MALPIGHI, célèbre médecin de Bologne, fit paraître, en 1669, le premier traité sur l'anatomie des Insectes, à l'occasion de ses recherches sur la *Chenille du ver à soie* (5). Ce petit volume de 100 pages, orné de douze planches, n'est, selon l'expression enthousiaste de Réaumur, qu'un tissu de découvertes, où l'on peut prendre

(1) Fut publié sous ce titre : *Insectorum sive minimorum animalium theatrum*. Londres, 1634.

(2) ALDROVANDI (*Ulysse*). 1522-1607, professeur à l'Université de Bologne : *De animalibus Insectis*, libri VII, Bononiœ, 1602.

(3) GŒDART (J.) — *Metamorphosis et historia naturalis Insectorum*. Medioburgi. Jac. Fierensium 1662-1667, 3 vol. pet. in-8°.

(4) « Dalle carni degli animali morti non s'ingenerio i vermi, se in quelle da altri animali viventi non se sieno portate le semenze. »

(5) MALPIGHI (M.) — *Dissertatio epistolica de Bombyce cum figuris*. Londres, 1669, in-4°.

« plus de connaissances sur l'admirable composition des Insectes, que dans tous les ouvrages ensemble qui l'ont précédé. »

Mais, si remarquables que fussent les travaux de Malpighi, ils furent cependant bientôt dépassés par ceux du hollandais Swammerdam.

JEAN SWAMMERDAM, que l'on peut considérer comme le véritable fondateur de l'anatomie entomologique, était fils d'un apothicaire d'Amsterdam (1637-1680). Repoussé par sa famille qui ne lui pardonnait pas d'avoir abandonné la médecine pour les sciences naturelles, malade et presque sans ressources, il ne put publier, de son vivant, que la plus faible partie de ses travaux. Ses manuscrits circulèrent de main en main pendant près de cinquante ans ; enfin son compatriote, le célèbre Boerhaave, les racheta en 1729, et, après les avoir mis en ordre, les publia à Leyde, huit ans après, sous le titre de *Bible de la nature* (1).

De son temps (1838), Lacordaire considérait encore cet « ouvrage admirable » comme indispensable à celui qui voulait connaître l'anatomie des Insectes. Jusqu'à cette époque on avait, en effet, toujours cru, qu'au cours de ses métamorphoses, la chenille se changeait brusquement en chrysalide ; et celle-ci, de même, brusquement en Papillon. Swammerdam démontra que le Papillon était déjà tout formé sous la peau de la chrysalide, ce qui est vrai dans une certaine mesure ; toutefois, quittant alors le domaine de l'observation directe pour celui de la spéculation, il crut pouvoir avancer que les organes de la chrysalide sont à leur tour renfermés, à tout âge, dans la chenille ; il alla même jusqu'à admettre que le Papillon est déjà tout formé dans l'œuf. « La Chenille, dit-il, est le Papillon même revêtu d'une membrane qui nous cachait tous ses membres. Les nymphes sont cachées dans le ver, ou plutôt sous la peau, de la même manière qu'une fleur tendre est renfermée dans un bouton. »

Parti de faits parfaitement exacts, il en arriva à formuler sa fameuse théorie de la *préformation* ou de *l'emboîtement des germes*, qui arrêta pendant cent ans tous les progrès de l'embryogénie.

Cependant, on doit être reconnaissant à Swammerdam d'avoir

(1) SWAMMERDAM (J.). — *Biblia naturæ, seu historia insectorum, belgice cum versione latina H. D. Gaubii, et vita auctoris*, Leyde, 1737-1738, 2 vol. in-folio. — Sur la fin de sa vie, SWAMMERDAM s'engoua des idées mystiques de M[lle] Bourignon, et, croyant offenser Dieu par ses études anatomiques, fit jeter au feu ses propres ouvrages.

introduit les procédés de la technique expérimentale en micrographie ; c'est lui qui, le premier, employa les réactifs fixateurs et durcissants pour étudier plus facilement les parties molles des organes ; c'est lui qui imagina la méthode des injections, qui a rendu et rend encore tant de services dans l'étude de la vasologie ; il excellait dans l'art de préparer les Insectes et surtout les « Chenilles par insufflation ».

Parmi les auteurs qui s'illustrèrent encore à cette époque dans l'étude de l'entomologie, nous citerons seulement Martin Lister, qui publia, après les avoir améliorés, quelques-uns des travaux de Gœdart et de John Ray ; puis Melle Sibylle de Mérian qui, dans un élan d'enthousiasme, s'exila pendant deux ans à la Guyane hollandaise, afin d'étudier les métamorphoses des insectes de ce pays. Le principal ouvrage de cette habile artiste, qui parut à Amsterdam en 1705, n'est remarquable que par sa rareté et par la splendeur des planches qu'il renferme (1). Une édition française en a été donnée par Buchoz en 1771.

Enfin Leuvenhœck et Vallisnieri firent connaître le développement de plusieurs espèces vulgaires ; c'est au premier que nous devons presque toutes nos connaissance sur les métamorphoses de la Puce commune ; il fabriquait lui-même les microscopes dont il se servait ; et, c'est à l'aide de ces instruments primitifs, qui ne grossissaient guère au delà de soixante diamètres, qu'il fit, comme on le sait, ses plus remarquables découvertes.

3. — Presque seules jusqu'ici, les études anatomiques et descriptives avaient retenu l'attention des entomologistes ; mais un auteur paraît qui, de suite, s'acquiert une gloire immortelle pour la sagacité et la patience avec lesquelles il a scruté les mœurs des Insectes, c'est Réaumur.

René Antoine Ferchauld de Réaumur naquit à la Rochelle en 1683 ; à la fois physicien, naturaliste et mathématicien, il s'illustra dans presque toutes les branches des sciences ; mais, sa célébrité universelle, il la doit surtout à son talent d'observateur et à la disposition ingénieuse des expériences qu'il entreprit (2). Aucun auteur,

(1) Mérian (Sibylle de). — *Metamorphosis insectorum surinamensis*. Walk, Amsterdam, 1705, gr. in-folio avec 60 pl.

(2) Réaumur (Ferch. de). — *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle et à l'anatomie des Insectes*. Paris, 1734-42, 6 vol. in 4°.

peut-être, n'a contribué autant que lui à rendre l'entomologie attrayante et populaire.

Ce grand savant mourut accidentellement d'une chute de cheval à l'âge de 74 ans ; ses restes reposent dans une pauvre église de la Mayenne (1).

Les travaux de Réaumur suscitèrent de nombreuses et fécondes vocations ; c'est ainsi que Charles Bonnet, de Genève, découvrit, à l'âge de vingt ans, la parthénogénèse des Pucerons. Ayant isolé un Puceron du Plantain, il put le suivre et le voir se reproduire, sans accouplement, jusqu'à la dixième génération.

4. — La gloire d'avoir fondé les méthodes et fixé les règles de la nomenclature appartient à Linné. Charles Linné ne fut pas un entomologiste au sens restreint de ce mot, car son activité s'étendit à l'universalité des êtres vivants ; mais son génie clairvoyant sut établir la classification des Insectes sur une base solide, en utilisant des caractères de premier ordre, habilement hiérarchisés ; tels, par exemple, le nombre et la conformation des ailes (2).

Il y aurait bien quelques réserves à faire à propos de la classification de Linné ; mais, en somme, à part l'absence du groupe des Orthoptères, qui ne fut délimité que cinq ans plus tard par le baron de Geer ; à part la suppression du groupe des Aptères et quelques autres modifications de détail, les ordres d'Insectes que nous distinguons aujourd'hui, sont encore ceux qui furent établis par le grand naturaliste suédois.

Charles de Geer, dont nous parlions tout à l'heure, tient à la fois de Réaumur et de Linné ; comme le premier il fut un anatomiste habile et un excellent observateur ; comme le second, mais avec moins de bonheur, il se distingua aussi dans les travaux de systématique. Ses ouvrages forment sept volumes in-4° avec 238 planches ; chose remarquable, bien que composés par un suédois et imprimés à Stockholm, ils sont rédigés en français (3).

(1) A Saint-Julien-du-Terroux, canton de Lassay.

(2) Linné (Ch.). — *Systema naturæ, sive regna tria naturæ systematice proposita per classes, ordines, genera et species.* Th. Haak, Lugduni-Batavorum (Leyde) 1735, gr. in-fol.

(3) Geer (Ch. de). — *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes.* Stockholm 1752-1778, 7 vol. in-4°.

A cette époque, le français était déjà considéré comme une langue savante, et remplaçait fréquemment le latin.

La période anatomique du XVIII[e] siècle doit être close avec PIERRE LYONET, né à Maestricht en 1707. Le premier travail de cet auteur fut la traduction de la *Théologie des Insectes* de Lesser ; mais son chef-d'œuvre, l'incomparable Traité anatomique de la Chenille du Saule (*Cossus ligniperda*), peut être considéré comme l'un des plus admirables travaux qui aient jamais été produits sur l'anatomie des Insectes (1). Cet ouvrage renferme dix-huit planches sur cuivre, gravées par l'auteur lui-même, et chacune de ces planches est un chef-d'œuvre d'exécution.

C'est aussi dans les travaux de Lyonet que « nous trouvons indiqués, pour la première fois, les corps qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de *disques imaginaux* ou d'*histoblastes* » et dont le rôle est si important dans le développement des organes appendiculaires des Insectes.

5. — Les travaux d'entomologie deviennent si nombreux et si variés à cette époque, qu'il est impossible de les citer tous, et plus difficile encore de les relier les uns aux autres ; ce sont toutefois les études de systématique qui vont dominer ; et, parmi les auteurs qui nous intéressent le plus, nous Français, il faut citer le célèbre médecin parisien, GEOFFROY, qui publia, en 1762, la première faune locale sous ce titre : *Histoire abrégée des Insectes des environs de Paris*, Paris, 1762. 2 vol. in 4°, 22 pl. — Latreille estimait hautement cet ouvrage ; « si quelque main habile le rajeunissait, disait-il, il contribuerait plus que tout autre à populariser la science (2). » C'est aussi Geoffroy qui employa le premier, le nombre des articles aux tarses pour classer les Coléoptères.

Un autre auteur, JEAN-CHRISTIAN FABRICIUS, professeur à Kiel, chercha, lui aussi, les bases d'un système de classification des Insectes, et il crut trouver ces bases dans la conformation des pièces de la bouche, dans les « *instruments cibaires* », comme il les appelle.

Il ne faut pas oublier que Fabricius est l'un des plus fervents disciples de Linné ; comme son maître illustre, il pensait que les caractères les plus importants de la classification doivent être tirés d'un seul et même organe, et il voulut appliquer sa manière de voir à l'entomologie.

(1) LYONET (P.). — *Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois de saule.* La Haye, 1760, in-4°, 600 pages avec 18 pl.

(2) Discours prononcé le 19 février 1832, à l'ouverture de la première séance de la Société entomologique de France.

Les ouvrages de Fabricius sont très nombreux et nous ne pouvons pas les analyser ici ; c'est dans un *Supplément* à la 2e édition de son *Entomologie systématique* (1), qu'il faut aller chercher l'exposé complet de son système de classification.

Nous pourrions encore noter, à cette époque, les travaux de Clairville et d'Illiger ; nous nous bornerons seulement à rappeler le nom d'Antoine Olivier, auteur de l'*Histoire naturelle des Insectes* et de l'*Encyclopédie méthodique*, parce qu'il ajouta l'ordre des Orthoptères à la classification de Linné (2).

6.— Avec le XIXe siècle s'ouvre, en quelque sorte, une ère nouvelle pour l'entomologie. Antoine-Laurent de Jussieu vient d'appliquer la méthode naturelle (3) à la classification du règne végétal (1789) ; Latreille s'efforça d'appliquer les mêmes principes à la classification des Insectes (4).

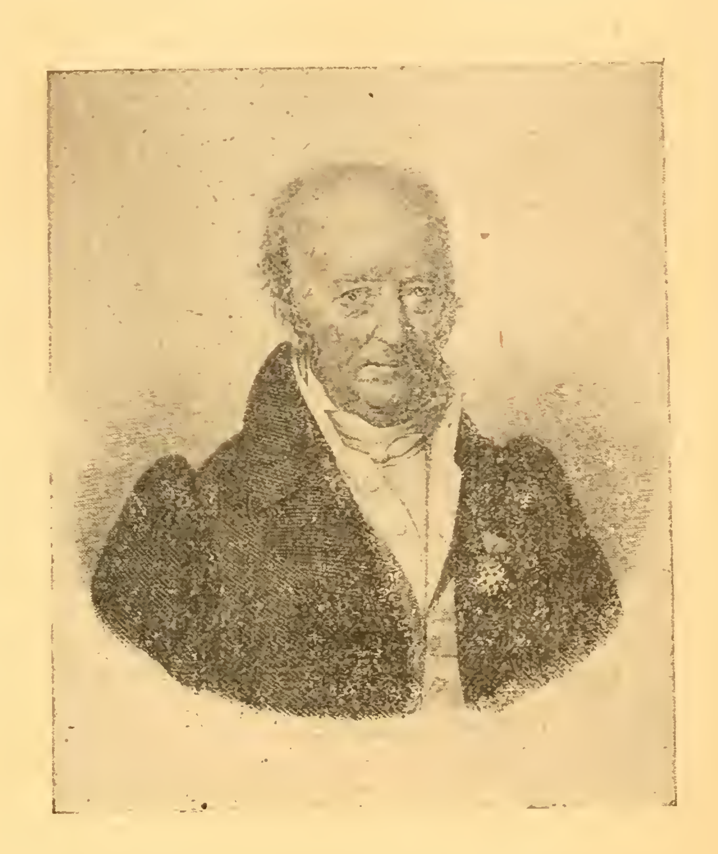


Fig. 1. — Latreille (Pierre-André), né à Brive-la-Gaillarde, le 29 novembre 1762 ; mort à Paris le 6 février 1833.

Pierre-André Latreille, né à Brives en 1762, mort à Paris en 1833, peut être considéré comme l'un des plus grands entomologistes qui aient jamais paru (Fig. 1) ; le premier,

(1) Fabricius (J. C.). — *Entomologia systematica et aucta*, 1792-1798, 5 vol. in-8°. — Le 5e volume constitue le *Supplément* en question.

(2) Il ne faut pas oublier cependant que cet ordre avait déjà été proposé par De Geer en 1774 sous le nom de *Dermaptères*.

(3) Par opposition aux méthodes artificielles employées jusqu'ici, on désigne sous le nom de méthode naturelle celle qui base la classification sur l'ensemble des caractères et non plus sur un seul.

(4) Latreille (P. A.) — *Précis des caractères génériques des Insectes disposés dans un ordre naturel*, Brives, an V (1796), in 8°, 208 pp.

il eut l'idée de ranger les Insectes par familles ; puis il donna à ces premiers groupements des noms correspondant à leur origine : *acrydiens*, *asiliques*, *bombyliers*, *bostrichines*, etc., etc., voulant s'assurer par là, dit-il, « la priorité exclusive de l'établissement des principales familles. »

Voici, en ce qui concerne spécialement les Insectes, l'arrangement systématique de Latreille, celui qu'il proposa dans son *Cours d'Entomologie*, un an à peine avant sa mort (1). (Voir tableau, page 15.)

A l'exception des Parasites, qui ne constituent pas un ordre homogène, on voit que la classification de Latreille a été conservée dans ses grandes lignes. Quant aux Dermaptères (*Forficulides*), on préfère aujourd'hui les réunir aux Orthoptères, mais il n'y aurait aucun inconvénient à les maintenir en un ordre à part.

La vie de Latreille ne fut pas exempte de vicissitudes ; en 1793, lorsqu'il n'était encore que curé de Brive-la-Gaillarde, il fut arrêté avec les autres prêtres du Limousin et devait être déporté à la Guyane ; il ne dut son salut qu'à la découverte d'un insecte nouveau et grâce aux démarches pressantes de M. Bory de Saint-Vincent (2).

Bien qu'il ne se soit pas occupé exclusivement des Insectes, nous ne pouvons pas négliger de mentionner ici le nom du grand naturaliste Georges Cuvier, le créateur de l'anatomie comparée.

Dès sa jeunesse, alors qu'il était encore élève à l'Académie de Stuttgart, il employait déjà ses loisirs à récolter des animaux et à illustrer les œuvres de Buffon. Vers la fin de sa vie, « il se proposait de traiter avec quelques détails, l'histoire si merveilleuse des métamorphoses des Insectes. »

Avec ces grands noms se termine, en quelque sorte, l'ère brillante de la Systématique générale ; les auteurs qui suivent sont plutôt des monographes, comme Paykull, qui décrit les Coléoptères de la Suède (3) ; Meigen, l'un des premiers historiens des Diptères (4) ; Kirby et les deux Hüber, qui étudièrent les Abeilles et les Fourmis-

(1) Les trois classes qui précèdent sont celles : des Crustacés, des Arachnides et des Myriapodes.

(2) Voir la relation de cet épisode émouvant de la vie de Latreille dans le volume des Coléoptères (E. S.), à propos du genre *Necrobia*.

(3) Paykull (G.). — *Faunasuecica* : *Insecta*, 3 vol. Upsal 1800, in-8°.

(4) Meigen (J. W.). — *Klassificat. u. Beschreib. der europäischen zweiflügeligen Insekten*, Braunschw. 1804, in-4°.

HEXAPODES. Condylopes ayant six pattes

Classe 4. **Insectes.**

Pas d'ailes. . .	Pas de métamorphoses		Des mandibules.	1. Thysanoures
			Une trompe.	2, Parasites
	Des métamorphoses complètes			3. Siphonaptères
Des ailes	Les supérieures recouvrant les inférieures comme un fourreau. (**Elytroptères**)	Insectes broyeurs	Elytres cornés métamorphoses complètes.	4. Coléoptères
			Elytres cornés métamorphoses incomplètes.	5. Dermaptères
			Elytres coriaces métamorphoses incomplètes.	6. Orthoptères
		Insectes suceurs		7. Hémiptères
	Ailes semblables (**Gymnoptères**) — Quatre ailes	Organes buccaux broyeurs	ailes réticulées .	8. Névroptères
			ailes à nervures rameuses . . .	9. Hyménoptères
		Organes buccaux suceurs		10. Lépidoptères
	Deux ailes	Des appendices mobiles au prothorax . . «		11. Strepsiptères
		Des balanciers.. . , ...		12. Diptères

mis ; SCHŒNHERR, l'infatigable ouvrier de la synonymie des Coléoptères (1).

III. L'ENTOMOLOGIE DANS LES TEMPS ACTUELS

1. — Dans les périodes précédentes, comme on l'a vu, les entomologistes se sont surtout préoccupés de rassembler des faits et de « créer la classification ».

L'époque actuelle fait un pas de plus ; elle cherche à généraliser ces faits ; elle est, si l'on peut dire, nettement caractérisée par ses tendances philosophiques.

Il ne faudrait pas croire, cependant, que cette tendance se soit manifestée brusquement et comme à jour fixe ; elle est déjà en germe dans beaucoup d'écrits des anciens ; mais, c'est de nos jours seulement, qu'elle revêt son caractère de méthode précise et qu'elle trouve sa voie.

L'un des ouvrages où perce déjà nettement l'esprit philosophique est celui de LEACH, en 1817 (2) ; le premier, comme nous l'avons déjà dit (p. 3), il sépara les Myriapodes des Insectes proprement dits, et distribua les animaux de cette dernière classe en deux grandes catégories, suivant qu'ils subissent ou non des métamorphoses, (*Amétabola* et *Métabola*).

Plus tard, KIRBY et SPENCE, ainsi que BURMEISTER, adoptèrent des classifications qui diffèrent si peu de celle de Leach, qu'il est inutile de les faire connaître ici en détail.

Nous laissons aussi complètement de côté le système trop compliqué d'OKEN et les fantaisies cabalistiques de MAC-LEAY sur les « *analogies circulaires* » ; ces vues, presque exclusivement spéculatives, relèvent de la métaphysique et nullement de la science expérimentale (3).

2. — Mais, si nous quittons les édificateurs de systèmes pour

(1) SCHONHERR (C. J.). — *Synonymia insectorum od. Synon. aller bekannten Insekten* (Coleopteren). 3 Thle Stockh. u. Skara, 1806-17, in-8°.

(2) LEACH (G. E.). — *The zoological miscellany, being descriptions of new or interesting animals.* London, 1814-17. 3 vol. in-8°.

(3) Je ne critique ici, bien entendu, que les vues systématiques de Mac-Leay ; la plupart de ses autres travaux sont des plus remarquables pour l'époque où ils ont été écrits.

revenir à l'observation directe des faits, la lignée des anatomistes va nous fournir des données nouvelles et de la plus haute importance. La célèbre théorie de l'*unité de plan de composition*, déjà en germe dans les écrits de Buffon, vient d'être formulée à nouveau par E. Geoffroy-Saint-Hilaire (1). Malgré la formidable opposition de Cuvier, certains naturalistes avaient cherché également à reconnaître cette unité de plan dans les Invertébrés ; c'est donc ici qu'il convient de mentionner les suggestifs travaux de Savigny sur la bouche, et de Victor Audouin sur le thorax des Insectes.

Jules Lelorgne de Savigny, de même que Goffroy-Saint-Hilaire, fit partie de la Commission scientifique qui accompagna l'armée française en Égypte, en 1799. Dans le premier fascicule de ses *Mémoires sur les Animaux sans vertèbres*, qui parut en 1816, il établit que la bouche des Insectes est toujours constituée par les mêmes pièces et que les variations, parfois très profondes, qu'on y remarque, suivant les classes, proviennent exclusivement d'adaptations dues à des différences de régime.

Jusqu'ici aucun fait n'est venu infirmer cette manière de voir. Audouin arrive à des conclusions analogues en ce qui concerne la constitution du thorax ; Latreille lui-même se croit obligé d'admettre l'identité d'origine des ailes et des pattes (2).

3. — C'est maintenant l'étude du développement des Insectes et des transformations qui se produisent au cours des métamorphoses, qui va prendre une importance de plus en plus grande. Hérold signale déjà, en 1815, quelques modifications des organes génitaux et du système nerveux chez les Lépidoptères. Léon Dufour, dans de nombreux Mémoires, pose en quelque sorte les bases de l'anatomie comparée des Insectes ; enfin, la précieuse monographie de Strauss-Durckheim, sur l'anatomie du Hanneton, est un véritable chef-d'œuvre, qu'on a cherché bien des fois à imiter, mais qui n'a jamais été surpassé.

Si l'étude de l'anatomie et des métamorphoses continue à faire de très grands progrès, il est juste de reconnaître que la systématique, elle aussi, conserve de fervents adeptes ; elle acquiert même,

(1) Geoffroy-Saint-Hilaire (Et.). — Sur les Makis. *Philosophie anatomique*, t. I. Des organes 1818-1823 ; Paris, 96. 2 vol. in-8° et 2 atlas in-4°.

(2) Latreille (P.). — *De la formation des ailes des Insectes*, Paris, sans date, in-8°. — Nous verrons cependant qu'il y a lieu de faire des réserves sur ce sujet, p. 83.

de jour en jour, un caractère plus précis et plus scientifique en se spécialisant, et par l'habitude que prennent les entomologistes de se constituer des collections privées ; il arrive alors que des groupes, jusqu'ici très délaissés, trouvent tout à coup leur historien ; c'est ainsi qu'un pauvre organiste de Stolberg, Guillaume Meigen, après avoir passé vingt ans de sa vie à étudier les Mouches, publia l'un des monuments les plus complets qui aient jamais été consacrés à cet ordre dédaigné ; sa *Description systématique des Insectes Diptères d'Europe* parut à Aix-la-Chapelle en 1818. Malgré son importance, cet ouvrage n'aurait jamais pu voir le jour, si le professeur Wiedemann n'avait honoré l'auteur de son appui et de son amitié.

La collection de Meigen fut acquise par M. Macquart et rétrocédée par lui au Muséum de Paris.

Un autre ordre d'Insectes, celui des Lépidoptères, fut également, vers la même époque, étudié par Auguste Duponchel. Lié d'amitié avec Latreille et Duméril, mais ayant été obligé, pour des motifs d'ordre politique, de quitter l'armée à l'âge de 42 ans, Duponchel entreprit de continuer seul le grand ouvrage qu'il avait commencé avec son ami Godart (1). Ce travail immense coûta vingt années d'efforts assidus ; on y trouve des observations de toute nature sur les habitudes de 4.134 espèces de Papillons.

De son côté, un modeste employé du Ministère de la guerre, Jean-Guillaume Audinet-Serville, avait porté sa curiosité vers les Orthoptères ; mais, il faut lui rendre cette justice qu'il connaissait également bien tous les ordres d'Insectes. Initié à la science entomologique par la charmante Mme de Tigny, il avait étudié les Papillons sous la direction de Duponchel et les Hyménoptères avec Lepelletier de Saint-Fargeau.

Malgré ses vastes connaissances, Audinet-Serville était l'humilité et la modestie mêmes.

En dehors de l'*Encyclopédie méthodique*, qui fut terminée par lui, l'un des ouvrages les plus connus d'Audinet-Serville est son *Histoire naturelle des Insectes Orthoptères*, Paris, Roret, 1839, in-8°, qui fait partie des *Suites à Buffon* ; cet ouvrage apporte une très grande clarté dans cet ordre qui jusque-là « n'avait été qu'un chaos ».

4. — Au cours de cette époque, de 1825 à 1850, glorieuse entre

(1) Godart et Duponchel (A.). — *Histoire naturelle des Lépidoptères ou Papillons de France*, Paris, 1821-1842, 18 vol. gr. in-8° avec 546 planches coloriées au pinceau.

toutes pour l'entomologie française, nous trouvons encore un nom qui jouit pendant longtemps d'une immense notoriété : c'est celui du général comte Dejean.

Auguste Dejean naquit à Amiens en 1780 ; à 15 ans il était déjà soldat. Passionné pour l'entomologie, il profite de ses nombreuses campagnes pour récolter des Insectes dans les différentes régions de l'Europe, et devient ainsi, de très bonne heure, possesseur d'une des plus riches collections qui aient jamais existé (1). Ayant aussi été obligé de quitter l'armée, il occupa ses loisirs à mettre en ordre les richesses qu'il avait accumulées. Ce travail dura trois années ; il le couronna en 1821, en publiant le Catalogue des Coléoptères de sa collection, où se trouvent déjà énumérées 6.692 espèces.

On peut dire que ce Catalogue a été le point de départ de l'étude spéciale des Coléoptères ; car, le seul *Species*, qui existât à cette époque, était le *Systéma Eleutheratorum* de Fabricius, ouvrage déjà vieilli et dont la partie générique avait été bouleversée par les travaux de Latreille.

En 1837, le général Dejean publia une 3e édition de son Catalogue (2) ; sa collection renfermait alors 22.399 espèces. Cet ouvrage manque malheureusement de références bibliographiques ; c'est le seul reproche qu'on puisse lui faire, car son influence a été capitale pour la formation des collections de Coléoptères (3).

La collection du comte Dejean, trop nombreuse pour être acquise par un seul acheteur, fut mise en vente par sa famille ; elle fut ainsi dispersée en de nombreuses mains.

5. — Les auteurs français n'étaient pas seuls à s'illustrer dans l'étude de l'entomologie ; nous devons au moins, dans ce court résumé historique, citer le nom de Zetterstedt, illustre naturaliste suédois, né à Miölby en 1785. Son chef-d'œuvre : *Diptera scandinaviæ disposita et descripta*, Lund 1842-1860, modèle du genre, représente un effort de plus de vingt années.

(1) Officier de dragons sous l'empire, on raconte qu'il avait fait doubler de liège l'intérieur de son casque ; apercevait-il un insecte pendant une marche, il mettait pied à terre et piquait sa capture dans cette boîte d'un nouveau genre.

(2) Dejean (P. F.). — *Catalogue des Coléoptères de la Collection de M. le baron Dejean*, 3e édit. Paris, Méquignon-Marvis, 1837, in-8°.

(3) En 1826, le comte Dejean était devenu acquéreur de la Collection de Latreille.

L'ordre des Névroptères trouva à son tour un scrupuleux historien dans le Dr Rambur (Fig. 2) ; les nombreux travaux de ce savant entomologiste sont, en général, dispersés dans les grandes publications périodiques de l'époque ; quelques-uns sont malheureusement restés inachevés. Ainsi, sa *Faune entomologique de l'Andalousie*, qui, dans la pensée de l'auteur, devait comprendre tous les ordres d'Insectes, fut interrompue en 1840 ; seuls, deux volumes accompagnés de cinquante planches ont paru. L'ouvrage le plus connu du Dr Rambur est l'*Histoire naturelle des Insectes Névroptères*, publiée en 1842 dans les *Suites à Buffon*.



Fig. 2. — Dr Pierre Rambur, né à Ingrandes, le 21 juillet 1801 ; mort à Genève le 10 août 1870.

Nous devons encore citer ici le nom du Dr Aubé, qui fut l'un des membres fondateurs de la Société entomologique de France et le possesseur d'une des plus belles collections de Coléoptères qu'on ait jamais vues. Le D^r Ch. Aubé excellait à reproduire au trait la physionomie des petits Insectes ; aussi, sut-il utiliser avec profit les détails les plus minutieux des antennes, des pièces buccales et des tarses, dans la description des espèces. Le premier aussi, il eut l'idée de disséquer ces petits organes dans un milieu transparent, tel que l'essence de térébenthine ou le baume de Canada.

Sa famille, ne voulant pas que sa collection fût vendue, la confia au Dr Grenier ; elle est aujourd'hui, en ce qui concerne les Coléoptères européens, propriété de la Société entomologique de France.

6. — A part quelques rares exceptions, l'étude des Insectes adultes

semble avoir, jusqu'ici, exclusivement préoccupé les entomologistes ; nous allons voir maintenant l'étude des larves prendre une importance de plus en plus grande. En tête de ce mouvement nous trouvons ÉDOUARD PERRIS, vice-président du Conseil de Préfecture des Landes, l'un des entomologistes les plus exacts du XIXe siècle. (Fig. 3).

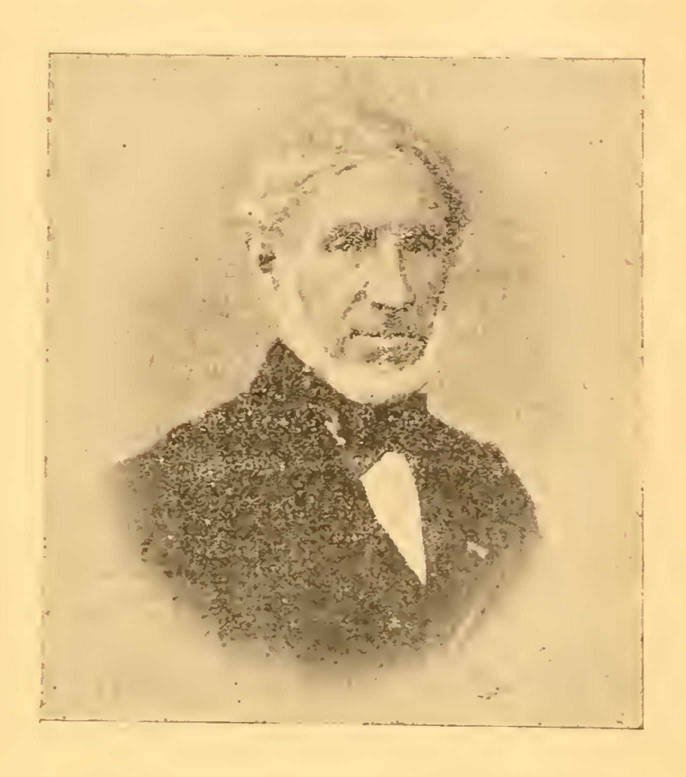


Fig. 3. — PERRIS (Edouard), né à Pau, le 14 juin 1808 ; mort à Mont-de-Marsan le 10 février 1878

Observateur rigoureux et patient, voyant profondément, (*occulatissimus*, disait L. Dufour), tous les travaux de Perris sont empreints de la plus grande précision. L'un des plus admirables peut-être est son *Traité des Insectes du Pin Maritime*, que, par suite d'un entêtement bizarre, il ne voulut jamais terminer. L'entomologie était pour lui un sacerdoce. « La science des Insectes, disait-il, ne consiste pas uniquement en une classification, elle est quelque chose de plus vaste et de plus élevé. On ne connaît une espèce quelconque que lorsqu'on a précisé ses formes, sa structure, son habitation, ses conditions d'existence, ses instincts, ses mœurs, ses industries et au besoin ses migrations. »

Inaccessible à l'ambition, Perris refusa toujours les emplois élevés qu'on lui offrait pour l'attirer à Paris ; il préféra rester près des siens, dans la région qu'il affectionnait. Il était accueillant à tous ; sa parole était captivante et son affabilité proverbiale (1).

Son ouvrage le plus connu : *Larves de Coléoptères*, Paris, Dey-

(1) La collection très importante de larves, réunie par PERRIS se trouve actuellement à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier.

rolle, 1877, est dédié à Mulsant ; l'impression n'en était pas encore achevée quand il mourut.

Perris n'a pas écrit ses dernières volontés ; il légua *verbalement* sa collection au Dr Gobert, son élève et son ami.

7. — L'étude des Hyménoptères, jusque-là peu avancée, devient plus facile avec Gaspard Brullé, qui fut l'un des premiers secrétaires de la Société entomologique de France et, plus tard, doyen de la Faculté des sciences de Dijon. Outre son grand ouvrage, en quatre volumes, qu'il publia de 1836 à 1846, en collaboration avec Lepelletier de Saint-Fargeau (1), on peut encore citer de lui l'*Histoire naturelle des Hyménoptères* dans les *Suites à Buffon.*

Je ne veux pas quitter « l'époque glorieuse » sans joindre au nom de Brullé, ceux de Robineau-Desvoidy et du colonel Goureau, car l'impulsion que ces savants ont donnée à l'entomologie n'est pas près de s'éteindre au pays de Bourgogne.

Malgré son isolement, à Saint-Sauveur-en-Puisaye, près d'Auxerre, le Dr Robineau-Desvoidy consacra la plus grande partie de sa vie à l'étude des diptères Tachinaires (2), (qu'il désignait sous le nom de *Myodaires*). On a pu dire de lui qu'il a été « le dernier des diptéristes français » et, de fait, depuis Meigen (p. 18), malgré sa richesse et son étendue, cet ordre important avait été presque entièrement négligé.

Les riches collections diptérologiques du Dr Robineau-Desvoidy, ainsi qu'une partie de sa bibliothèque, ont été léguées par lui à la Société des sciences naturelles d'Auxerre.

Son compatriote, le colonel Charles Goureau, s'acquit aussi, dans le monde savant, vers la même époque, une très grande notoriété par ses travaux d'entomologie appliquée.

Goureau avait une très haute idée de sa science favorite ; aussi avait-il coutume de dire que les savants « qui ont étudié au microscope l'anatomie délicate des Insectes, qui l'ont décrite et dessinée, ont fait preuve d'une dextérité qui surpasse de beaucoup les travaux des plus habiles anatomistes du corps humain. »

(2) Lepelletier de Saint-Fargeau et Brullé. — *Histoire naturelle des Insectse Hymenoptères.* Paris, 1836-1846, 4 vol. gr. in-8° avec 48 pl. coloriées.

(1) Robineau-Desvoidy (Dr). — *Essai sur les Myodaires.* Travaux des savants étrangers. Vol. II. Paris, in-4°.

Son *Essai sur la Stridulation des Insectes* (1), 1837, fut traduit dans plusieurs langues ; mais ses ouvrages les plus importants sont ceux qu'il publia de 1857 à 1872 sur les Insectes nuisibles, dans le *Bulletin des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*.

8. — Si les travaux de biologie et de systématique étaient en grand honneur en France, l'entomologie, à l'étranger, n'était pas non plus sans éclat ; nous citerons seulement ici les noms de BURMEISTER, ÉRICHSON, KOLLAR, WESTWOOD, et surtout celui du professeur HERMANN SCHAUM, digne émule et successeur d'Érichson à l'Université de Berlin. L'un des premiers il dressa le Catalogue de toutes les espèces de Coléoptères connus de la faune européenne (2). Lacordaire a pu dire, en parlant de l'érudition et de l'esprit critique de cet auteur, que, sous plus d'un rapport, il n'a jamais été surpassé ni même égalé.

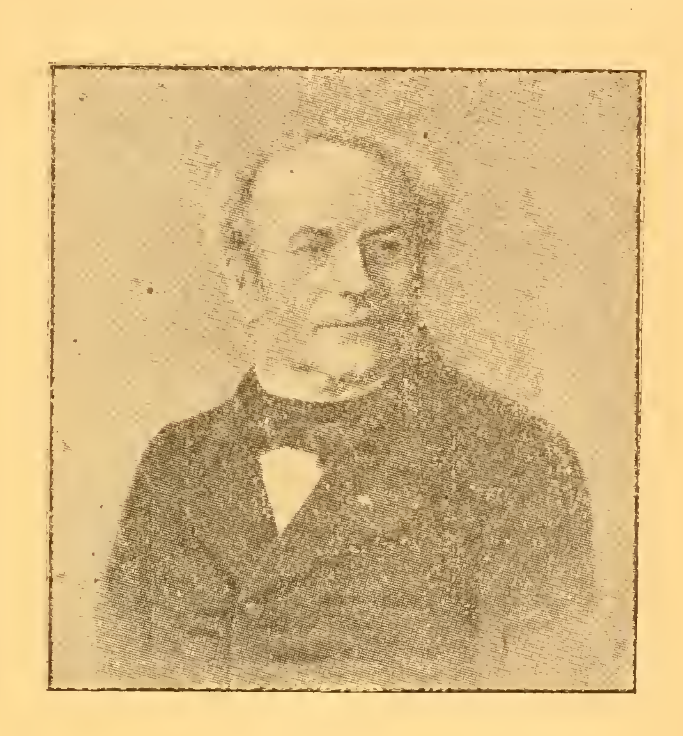


Fig. 4. — LACORDAIRE (Jean-Théodore), né à Recey-sur-Ource (Côte-d'Or) le 1er février 1801 ; mort à Liège en 1870.

LACORDAIRE, encore un fils de l'opulente Bourgogne ! La France, dit quelque part Albert Fauvel, aura toujours à regretter de n'avoir pas su retenir ce savant, qui eût été une des lumières de son enseignement, comme il est l'une des gloires de l'entomologie.

Frère de l'illustre prédicateur dominicain, Lacordaire (Jean-Théodore) naquit à Recey-sur-Ource (Côte-d'Or), en 1801 (Fig. 4). Après avoir fait d'excellentes études au collège de Dijon, son goût l'entraîna

(1) GOUREAU (Ch.). — *Essai sur la Stridulation des Insectes* (Ann. de la Soc. entom. de France. T. VI. 1837. Paris in-8°).

(2) SCHAUM (H. R.). — *Catalogus coleopterorum Europæ*, 2e édit. Berlin, Nicolai 1862, in-8°.

vers les voyages ; c'est ainsi qu'il visita l'Amérique du Sud de 1825 à 1832. A son retour en Europe, après avoir tout d'abord collaboré à la *Revue des Deux-Mondes*, il accepta une chaire de Zoologie à l'Université de Liège.

Son principal ouvrage, chef-d'œuvre d'érudition et de clarté, est son *Genera des Coléoptères* (1).

En nous rapprochant de l'époque actuelle, nous allons trouver des figures de plus en plus familières : qui ne connaît, en effet, le nom de JACQUELIN DU VAL ? Son *Genera des Coléoptères d'Europe* (1857-1862), si artistement illustré par le peintre Migneaux, est un ouvrage que les Coléoptéristes consultent chaque jour. La santé de l'auteur ne lui ayant pas permis d'y mettre la dernière main, cet important travail fut achevé par l'un des plus savants entomologistes de notre temps, M. LÉON FAIRMAIRE, dont la science déplore la perte récente.

La riche collection de Jacquelin du Val appartient maintenant au Muséum de Paris.

9. — Ce n'est pas une tâche facile de résumer en quelques pages l'histoire de l'entomologie française. Tant d'hommes éminents se sont distingués dans cette science que mon embarras est grand pour rendre exactement à chacun l'hommage de reconnaissance qui lui est dû ; j'ai un regret profond de ne pouvoir citer toutes nos gloires dans les limites restreintes de cet ouvrage ; pourtant qu'on veuille bien me permettre de consacrer encore quelques lignes aux plus illustres.

Parmi les monographes, c'est un lépidoptériste, le Dr DECHAUFFOUR-DE-BOISDUVAL (Fig. 5) qui ouvrit en quelque sorte la période brillante du siècle dernier : combien il me serait agréable de reproduire ici la *Notice* émue que notre savant collègue, M. Charles Oberthür, lui a consacrée en 1880, dans les Annales de la Société entomologique de France.

La précieuse collection de Lépidoptères du Dr Boisduval, l'une des plus belles et des plus riches de l'époque, a été acquise, en 1876, par M. Charles Oberthür.

Ici doit encore être cité le nom de BERCE (Jean-Étienne), l'un des

(1) LACORDAIRE (Th.). — *Histoire naturelle des Insectes. Genera des Coléoptères* ou exposé méthodique et critique de tous les genres, etc. Paris, Roret, 1854-1866. 7 vol. in-8° avec planches.

plus anciens membres de la Société entomologique de France et son président en 1867. L'œuvre capitale de Berce est sa *Faune des Lépidoptères de France*(1) en six volumes, qui parut de 1867 à 1878 et qui valut à l'auteur l'honneur d'être le premier lauréat du Prix Dollfus, en 1873.



Fig. 5. — J.-B. Déchauffour de Boisduval, Docteur en médecine, né à Ticheville (Orne) ; mort le 30 décembre 1879.

Le hasard des dates nous ramène vers les Coléoptéristes; notre attention doit s'arrêter maintenant sur l'œuvre immense de Mulsant.

Né en 1797, à Marnand, canton de Thizy, près Villefranche(Rhône), Mulsant fut le condisciple et le rival de Lamartine au collège de Belley ; aussi, son premier travail : *Lettres à Julie sur l'Entomologie*, est-il aussi littéraire que scientifique (2).

Tout d'abord sous-bibliothécaire de la ville de Lyon, il devint ensuite professeur au Lycée (1843) ; c'est là qu'il enseigna les sciences naturelles pendant plus de trente ans. A cette époque, il avait déjà entrepris la publication de son *Histoire naturelle des Coléoptères de France*, ouvrage qui lui valut de suite une réputation européenne. En Allemagne surtout, où ses travaux sont très estimés, on l'a surnommé le « *pater entomologicus* ».

(1) Berce (J. E.). — *Faune entomologique française, Lépidoptères* : description de tous les papillons qui se trouvent en France, Paris, Deyrolle, 1867-1878 ; 6 vol. in-8°, 65 planches coloriees.

(2) La muse de Mulsant existait réellement, c'était Mlle Julie Ronchivolle, qu'il épousa en 1815 ; il avait 18 ans, elle en avait 15.

Il décrivait les Insectes avec un soin minutieux, aussi lui reproche-t-on parfois ses descriptions d'une longueur excessive ; mais il faut convenir qu'elles sont toujours claires et parfaitement exactes.



Fig. 6. — Guenée (Achille), lépidoptérologiste, né à Chartres le 1er janvier 1809 ; mort à Châteaudun le 30 décembre 1880.

Mulsant propagea aussi, le premier, l'usage des tableaux synoptiques, jusqu'alors peu usités ; après les avoir tout d'abord appliqués aux tribus, il les étendit plus tard aux genres et même aux espèces.

A sa mort, son importante collection resta entre les mains de son fils, M. l'abbé Victor Mulsant.

Chaque auteur apporte sa pierre à l'œuvre commune. Achille Guenée fut exclusivement un lépidoptériste (Fig. 6). Le premier, il s'occupa de l'étude des chenilles, et, comme il attachait une importance capitale aux détails biologiques, il les fit entrer dans la caractéristique des genres. Il eut souvent, à ce sujet, de vives discussions avec Duponchel, mais, finalement, l'avenir lui donna raison.

Sa collection, d'une très grande valeur, comme celle du Dr Boisduval, a été acquise par notre éminent collègue M. Charles Oberthür, de Rennes.

10. — Quoique russe, le nom du baron Maximilien de Chaudoir indique cependant une origine française ; il descendait, en effet, d'une famille d'émigrés.

Lorsqu'il vint en France pour la première fois, il acquit, du marquis de Laferté-Sénectère, la célèbre collection de Carabiques

du comte Dejean, à laquelle avaient déjà été réunies celles de Reiche et de Gory. Cette circonstance lui permit de publier un nombre immense de monographies sur cette famille si vaste. Lorsque la mort le surprit, en France, à Amélie-les-Bains (1881), il était encore occupé à une révision du groupe des Harpalides.

Sa merveilleuse collection de Carabiques est à Rennes ; elle fut acquise, en 1880, par M. René Oberthür. Six ans auparavant, il avait cédé sa collection de Cicindélides (713 esp.) au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Il nous plaît encore de citer avec orgueil un autre savant étranger, John Le Conte, de Philadelphie, que l'on regarde comme l'un des premiers entomologistes du monde. Ses ancêtres étaient également français et originaires de la Normandie.

Son œuvre capitale est la *Classification of the Coleoptera of North America*, dans laquelle il fit connaître une faune presque entièrement nouvelle. Le premier aussi, il démontra que le singulier *Platypsillus*, parasite des castors, n'était pas un Aphaniptère, ainsi qu'on l'avait cru jusqu'alors, mais bien un Coléoptère.

J. Le Conte a légué sa riche collection au *Museum of comparative Zoology*, de Cambridge. Mass.

Un autre savant coléoptériste de cette époque fut encore Auguste Chevrolat, qui eut pour maîtres Latreille et Duméril. Son exigence pour l'exactitude des déterminations était telle, qu'il se rendit exprès en Angleterre pour vérifier les collections de Banks et de Linné, et de même à Kiel pour consulter celle de Fabricius.

Il fut l'un des membres fondateurs de la Société entomologique de France.

11. — Jusqu'ici, comme toujours, c'est surtout l'étude des Insectes adultes qui a retenu l'attention des collectionneurs et des entomologistes ; çà et là des observations sur les larves ont bien été faites, mais ces observations sont restées isolées, Schiödte entreprend de combler cette lacune pour l'un des groupes les plus importants.

Jorgen-Christian Schiödte, né à Copenhague en 1815, fut certes l'un des plus habiles observateurs de son temps ; il me suffira de citer ici la belle série des Mémoires qu'il publia de 1861 à 1883 sur les larves des Coléoptères (1) ; c'est là une œuvre considérable et

(1) Schiödte (J. C.). — *De Metamorphosi Eleutheratorum observationes*. Pars III. Naturhist. Tidsskr. t. IV. Kjobenhavn, 12 Theile, 1862-1883, in-8°.

pleine d'indications les plus précieuses sur les premiers états de ces Insectes.

Schiödte mourut à Copenhague en 1884 ; on peut dire que sa vie n'a été qu'un long travail consacré aux progrès de l'entomologie.

12. — Avec Maurice Girard, nous enregistrons une nouvelle tendance ; entomologiste de grande valeur, il entreprit de vulgariser la science. Son petit ouvrage : *Métamorphoses des Insectes*, Paris, Hachette, 1874, si intéressant et si vivant, fut couronné par l'Académie des sciences ; mais son œuvre maîtresse fut son *Traité élémentaire d'entomologie*, en 4 volumes, où se trouvent réunis une foule de renseignements bibliographies extrêmement précieux.

Avec le baron Edgard von Harold, la littérature entomologique s'enrichit d'un Catalogue où sont mentionnées toutes les espèces de Coléoptères aujourd'hui connues. Ce travail immense, commencé en collaboration avec le Dr Gemminger, en 1868, n'a été terminé qu'en 1876 (1) ; mais, comme il continue à être tenu au courant des découvertes nouvelles à l'aide de suppléments, il rend toujours aux Coléoptéristes les plus grands services. Il n'est personne qui n'ait eu l'occasion de consulter le fameux « Catalogue de Munich ».

13. — Nous ne voudrions pas allonger outre mesure ce résumé historique de l'entomologie ; cependant nous ne pouvons pas passer sous silence le nom de Lichtenstein, ni omettre de rappeler ses vues si originales sur le polymorphisme et les migrations des Pucerons, qui le conduisirent, en quelque sorte d'instinct, à découvrir le véritable état civil du Phylloxera.

Un lépidoptériste bourguignon, (Millière 1811-1887), acheva de faire connaître la faune des Papillons de France, en décrivant un nombre considérable de chenilles inconnues avant lui. La plus grande partie de la merveilleuse collection qu'il avait réunie passa malheureusement à l'étranger.

Mentionnons encore ici l'importante collection de Coléoptères de M. Reiche qui, malheureusement, fut aussi, à sa mort, dispersée en de nombreuses mains. Les Lamellicornes, dont Reiche avait fait ses études de prédilection, furent acquis par M. de Marseul ; ils sont maintenant au Muséum de Paris.

(1) Gemminger et Harold. — *Catalogus Coleopterorum hucusque descriptio, synonym. et syst.* 12 vol. Monachii, 1868-1878, in-8°.

Je suis fier de rencontrer ici le nom d'un mayennais ; M. l'abbé S.-A. DE MARSEUL est, en effet, né à Fougerolles-du-Plessis (Mayenne) Tous les entomologistes connaissent sa *Monographie des Histérides* (1) et son *Catalogue synonymique* (2).

Sa collection et sa bibliothèque, toutes les deux très riches, furent léguées au Laboratoire d'entomologie du Muséum d'histoire naturelle de Paris. L'abbé de Marseul ne cessait de s'élever, avec raison, contre l'abus qui consiste à multiplier outre mesure les espèces basées sur des caractères trop fugaces.

Un souvenir à CHARLES BRISOUT DE BARNEVILLE, qui connut si admirablement les habitudes des Insectes et qui, surtout, savait les découvrir avec une perspicacité qui n'a jamais été dépassée.

14. — Nous ne voudrions pas étendre davantage cet exposé historique, déjà trop long ; qu'il nous soit cependant permis, avant de terminer, de jeter un rapide coup d'œil sur quelques-uns des plus récents progrès de l'anatomie et de la biologie entomologiques.

Il nous faudrait encore citer les noms d'une multitude d'auteurs qui ont contribué, à des degrés divers, aux progrès de la science entomologique ; mais ces noms seraient si nombreux que l'énumération seule, avec l'indication de leurs travaux, en serait à peine possible

Il est un fait de biologie sur lequel nous devons cependant appeler l'attention. On savait, depuis l'antiquité, que les Insectes qui, comme les Lépidoptères (Papillons), subissent des métamorphoses complètes, passent successivement par les phases de larve (*chenille*) et de nymphe (*chrysalide*) avant d'arriver à l'état parfait.

Or, en 1867, un savant naturaliste d'Avignon, HENRI FABRE (Fig. 7) découvrit, chez les Cantharides, un mode de développement encore plus compliqué, en ce sens que la larve, avant de passer à l'état de nymphe, revêt trois formes d'adaptation intermédiaires ; après avoir été tout d'abord carnassière, elle devient ensuite mellivore (3) ; c'est vers la fin de ce régime qu'elle passe à l'état de pseudonymphe. On a désigné le cycle de ces transformations sous le nom d'*hypermétamorphose*, et on a constaté qu'il n'était pas spécial aux larves des

(1) MARSEUL (S. A. de). — *Essai monographique sur la fam. des Histérides* (Ann. de la Soc. entom. de France 1853-1859, Paris, in-8°, 38 pl.).

(2) MARSEUL (S. A. de). — *Cat. synonym. et géograph. des Coléoptères de l'Ancien Monde.* Paris 1889, in-12, 562 pp.

(3) C'est-à-dire mangeuse de miel.

Cantharides ; on le retrouve, en effet, chez tous les Coléoptères de la famille des Vésicants (*Méloïdes*) (1).



Fig. 7. — Fabre (J. Henri), né à Saint-Léons (Aveyron) en 1823 mort à Sérignan (Vaucluse) le 11 octobre 1915.

15.— Enfin, pour terminer, la vie et l'œuvre de Riley vont nous montrer quelle importance peuvent avoir les études entomologiques pour l'avenir économique d'un grand pays.

Charles Riley peut être considéré comme l'un des plus grands entomologistes des États-Unis, cependant il avait une origine européenne ; il était né à Londres, en 1843. Il termina son éducation en France, (à Dieppe), et en Allemagne (Bonn), puis de là, de bonne heure, partit pour l'Amérique avec l'intention d'y installer de grandes exploitations agricoles. Les résultats n'ayant pas, tout d'abord, répondu à ses espérances, il accepta, en 1864, de collaborer à un journal, le «*Prairie Farmer*» ; il devint bientôt « l'âme du journal », et c'est alors qu'il commença à publier les remarquables études sur les métamorphoses des Insectes qui l'ont rendu célèbre dans le monde entier.

Je voudrais pouvoir présenter ici le tableau saisissant que Riley soumettait, en 1897, à l'Université de Washington, sur le rôle des Insectes nuisibles ; il démontrait, en effet, avec chiffres authentiques à l'appui, que la seule Chenille du Coton (*Cotton worm*), coûtait plus

(1) Fabre (H.). — *Mémoire sur l'Hypermétamorphose et les mœurs des Méloïdes* (Ann. des sc. naturelles zool. T. VII et IX, Paris in-8° 1857-58).

de vingt millions de dollars, par semaine, aux États du Sud ; que la Chrysomèle de la pomme de terre (*Doryphora decemlineata*), avait à peu près empêché la culture de cette solanée dans les États de l'Ouest, jusqu'à ce qu'on eut appris à la combattre ; que la Mouche de Hesse (*Cecidomyia destructor*) ruinait des hectares entiers de blé et que 50 millions de dollars ne suffiraient pas à couvrir les pertes occasionnées par les Sauterelles de 1873 à 1875.

Certes Riley, comme tout entomologiste expérimenté, ne croyait pas à la possibilité de détruire complètement tous les Insectes nuisibles, mais il démontra qu'il était possible d'atténuer leurs ravages et par conséquent de sauver une bonne partie des récoltes.

Après avoir occupé, pendant dix ans, les fonctions d'*Entomologiste d'État* à Saint-Louis, Riley fut appelé à Washington, comme Directeur du Service de l'Entomologie au Ministère de l'Agriculture. Il mourut d'un accident banal, une chute de bicyclette, en 1895, à l'âge de cinquante-deux ans. M. L. O. Howard, son collaborateur et son ami, lui a succédé et continue, avec une activité qui ne se dément pas, à perfectionner l'organisation d'un service d'entomologie qui s'impose à l'admiration du monde entier (1).

Les détails qui précèdent étaient nécessaires pour relier le présent au passé et pour donner une idée nette des progrès accomplis dans l'étude de l'entomologie. Nous avons surtout essayé de présenter la science en marche, hésitante et naïve au début, étendant plus tard son domaine par l'observation, et abordant enfin, aujourd'hui, aux lumières de l'expérience, les problèmes les plus délicats de la biologie.

Nous ne voulons rien dire des entomologistes vivants, car le recul du temps est nécessaire pour juger les hommes avec impartialité, mais certes, les œuvres puissantes auxquelles beaucoup d'entre eux ont attaché leur nom, auront aussi un jour leur place marquée dans l'histoire des sciences.

(1) Les clichés de tous les portraits utilisés dans cette 2e édition, nous ont été gracieusement offerts par M. Charles Oberthür, l'auteur bien connu des *Etudes d'Entomologie* et de *Lépidoptérologie comparée*.

LIVRE PREMIER

PREMIÈRE PARTIE

Morphologie externe.

CHAPITRE I

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES INSECTES

Technique. — Suivre les développements de ce chapitre sur un *Hanneton*, une *Abeille* ou une *Libellule*.

I. — Il a fallu arriver jusqu'à Lamarck (1801), pour voir la classe des Insectes renfermée dans les limites que tout le monde s'accorde à lui reconnaître aujourd'hui.

On désigne sous le nom d'Insectes, tous les animaux dépourvus de squelette interne qui, à l'état adulte, ne possèdent jamais plus de trois paires de pattes, et dont le corps est divisé en trois régions bien distinctes : une Abeille, une Mouche, une Sauterelle, un Papillon sont des Insectes.

La plupart d'entre eux subissent des métamorphoses plus ou moins compliquées.

Les trois régions du corps d'un Insecte sont :

1° La tête, qui porte les organes des sens (*yeux* et

antennes), ainsi que les nombreuses pièces de l'appareil buccal.

2° Le thorax ou corselet, sur lequel sont fixés les organes locomoteurs (*pattes* et *ailes*).

3° L'abdomen, formé d'anneaux emboîtés les uns dans les autres, et sur chacun desquels s'ouvrent les petits orifices (*stigmates*), qui permettent à l'air extérieur de pénétrer à l'intérieur du corps (Fig. 8).

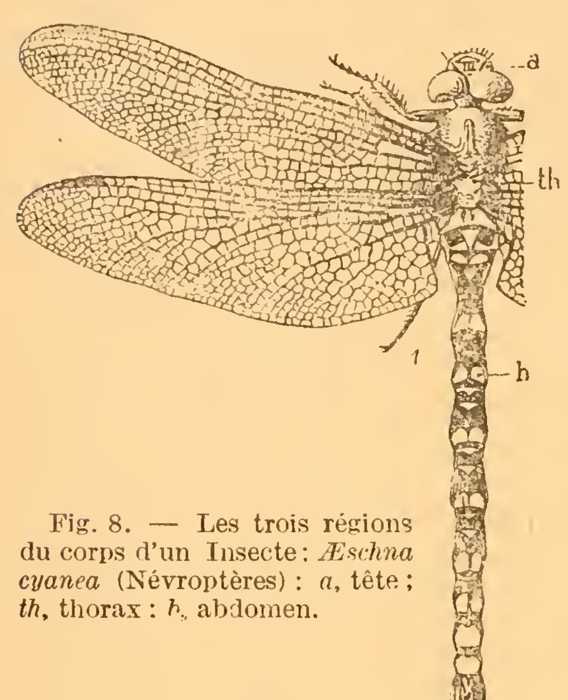


Fig. 8. — Les trois régions du corps d'un Insecte : *Æschna cyanea* (Névroptères) : *a*, tête ; *th*, thorax : *h*, abdomen.

Cette définition de l'Insecte n'est établie que sur les caractères extérieurs les plus apparents, sur ceux qui sont immédiatement visibles, mais personne ne sera surpris d'apprendre qu'on peut également trouver, dans l'ensemble de l'organisatiou interne, un certain nombre d'autres caractères importants qui, joints aux premiers, contribueront à fixer le type de la classe tout entière et à définir son caractère zoologique.

Ces caractères distinctifs spéciaux ont été bien indiqués, en 1875, par Paul Mayer.

Par une intuition très heureuse, cet auteur est parvenu à établir un schéma très vraisemblable de ce que fut probablement, dans le passé, le type ancestral des Hexapodes ; ce type synthétique, il le désigne sous le nom de Protentomon (1) et il lui attribue les caractères suivants,

(1) Du grec : *protos* premier et *entomon* insecte.

que l'on retrouve, en effet, sauf modifications secondaires, chez les Insectes de tous les ordres.

Paul Mayer prévient toutefois que les considérations qui vont suivre ne peuvent pas s'appliquer aux Thysanoures ; il explique pourquoi à la fin de son travail. Le *Protentomon* ne représente, cela va sans dire, que l'ancêtre schématique des Insectes adultes et nullement celui des larves.

II. — **Théorie du Protentomon** (Fig. 9). — Voici résumés, d'après le travail de Paul Mayer, les caractères, de ce type ancestral de tous les Insectes.

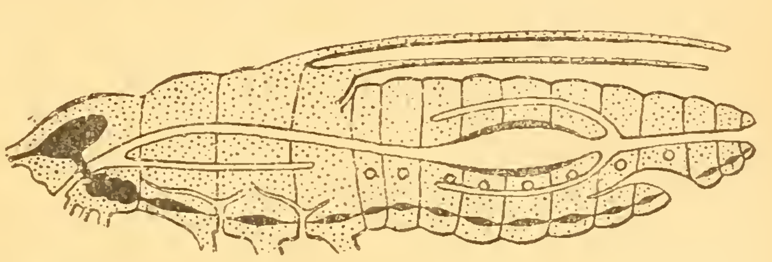


Fig. 9. — Le *Protentomon* : représentation idéale du type primitif des Insectes (d'ap. P. MAYER).

1° Un corps segmenté, dans lequel on peut distinguer trois régions : la *tête*, le *thorax* et l'*abdomen*. La tête porte une paire d'antennes filiformes, trois paires d'appendices buccaux (1), une paire d'yeux composés, et, probablement, trois ocelles. Le thorax, constitué par trois métamères très distincts (*prothorax*, *mésothorax* et *métathorax*), porte une paire d'appendices locomoteurs à la partie ventrale de chacun de ces métamères et une paire d'ailes à la partie dorsale de chacun des deux derniers (2). L'abdomen, formé de onze anneaux, ne porte ni ailes ni appendices locomoteurs.

2° Les appendices locomoteurs (*pattes*) sont des prolongements, en forme de tubes creux, des parois du corps ; ils sont égaux entre eux et composés de cinq segments. Les ailes, égales entre elles, sont des vésicules transparentes, aplaties, dont la surface externe est une lamelle de chitine homogène.

(1) Les recherches récentes ont montré qu'il faut, en réalité, compter quatre paires d'appendices buccaux (voir p. 56) chez les insectes les plus voisins du type ancestral.

(2) Il faudrait encore ici modifier la formule du *Protentomon*, car on sait que certains insectes des temps primaires possédaient trois paires d'ailes (voir p. 275).

3° Le tube digestif, qui s'étend depuis la bouche placée à la partie inférieure de la tête jusqu'à l'anus, situé sur le dernier anneau abdominal, comprend trois régions : l'intestin antérieur, l'intestin moyen ou estomac et l'intestin postérieur. La paroi de l'estomac est formée par une seule assise de cellules digestives et dérive de l'entoderme (1), tandis que l'intestin antérieur, et l'intestin postérieur d'origine ectodermique, sont tapissés, comme l'hypoderme tout entier, par une membrane chitineuse. A la partie antérieure du tube digestif, une paire de cæcums constitue deux glandes salivaires, tandis que, de même, à l'origine de l'intestin terminal (*rectum*), deux paires de tubes constituent les organes excréteurs ou tubes de Malpighi (2).

4° Le système nerveux consiste en une masse ganglionnaire sus-œsophagienne ou masse cérébroïde, unie par un collier à une masse ganglionnaire sous-œsophagienne ; celle-ci est rattachée elle-même à une chaîne ventrale comprenant trois ganglions thoraciques et onze ganglions abdominaux, réunis entre eux par deux connectifs longitudinaux.

5° L'appareil circulatoire (*vaisseau dorsal*) est un tube placé dans la région dorsale, au-dessus du tube digestif, il est divisé métamériquement en chambres dans la région abdominale, mais non segmenté dans sa partie antérieure où il constitue une sorte d'aorte.

6° Les trachées, placées immédiatement sous l'épiderme, résultent d'invaginations ectodermiques ; elles restent en relation avec l'extérieur par des ouvertures ou stigmates, et se ramifient à l'intérieur du corps. La tête et le prothorax sont dépourvus de stigmates.

7° La grande partie de la cavité viscérale est remplie par le corps adipeux, dans les lacunes duquel circule le sang.

8° Les organes génitaux sont constitués par une paire de glandes ayant chacune leur conduit propre, et venant s'ouvrir à la partie ventrale de l'abdomen entre le huitième et le neuvième anneau.

Les caractères sexuels secondaires manquaient probablement.

D'après les remarques que nous venons de faire, il est facile de voir que le schéma de Paul Mayer au-

(1) Ce caractère, vraisemblablement ancestral, ne se trouvera plus chez les insectes actuels, où les trois parties de l'intestin dérivent de l'ectoderme (voir p. 225).

(2) Les tubes de Malpighi sont bien, en effet, caractéristiques des Insectes ; mais les homologues des glandes salivaires, sur le proctodœum, sont plutôt des glandes anales.

rait besoin de subir aujourd'hui quelques retouches.

Si nous avions eu, pour notre part, à établir les caractères du Protentomon primitif, nous ne lui aurions pas attribué d'ailes. Les Insectes dérivent, évidemment, d'ancêtre aptères voisins des Campodés actuels ; ils devaient avoir, au début, un caractère larval très prononcé ; le Protentomon de Mayer est déjà plus perfectionné que n'importe quel Thysanoure ; tel quel, il ne saurait donc être considéré comme leur ancêtre réel ni même comme le prototype des Hexapodes.

Il est juste de reconnaître que cette difficulté n'a pas échappé à Paul Mayer, puisqu'il a pris soin, ainsi que nous l'avons vu, d'indiquer que son Protentomon représente la souche primitive des adultes et non celle des larves.

CHAPITRE II

TÉGUMENTS DES INSECTES

TECHNIQUE. — Prendre un *Hanneton*, une *Sauterelle* ou un *Carabe*, pour étudier l'aspect des téguments et le mécanisme des mouvements. Les ramollir par une immersion de huit à dix heures dans une solution concentrée et chaude de potasse caustique, afin de pouvoir faire ensuite des coupes transversales de la paroi chitineuse.

Il n'est personne qui ne connaisse l'*Abeille* ou le *Carabe doré* ; tout le monde a pu voir que le corps de ces animaux est recouvert, dans toute son étendue, par une sorte de carapace rigide, amincie seulement aux articulations, ce qui permet aux différents anneaux de se mouvoir les uns sur les autres.

Cette carapace existe chez tous les Insectes sans exception ; elle est formée d'une substance complexe, que l'on désigne sous le nom de chitine (1) et dont la fonction chimique est encore inconnue.

Origine de la membrane cuticulaire. — Si nous faisons une coupe transversale de la peau d'un Insecte quelconque, à l'état adulte, nous y trouvons toujours deux couches bien distinctes : une couche externe, continue, peu perméable aux liquides, c'est la *cuticule*. Au-dessous se trouve une membrane formée d'une seule assise de

(1) Chitine : du grec *kiton* revêtement.

cellules cubiques ou faiblement aplaties, c'est l'*hypoderme* (1) (Fig. 10).

La paroi des cellules hypodermiques reste mince dans ses parties internes et latérales ; mais, dans sa partie libre, c'est-à-dire celle qui est en contact avec l'extérieur, elle s'épaissit considérablement. Les parois externes épaissies forment alors, en se réunissant les unes aux autres, une lame continue, flexible, plus ou moins stratifiée. C'est ainsi que se forme le revêtement si caractéristique, qui protège le corps de tous les Insectes, et même de tous les Arthropodes.

Cuticule. — Les auteurs ne sont pas d'accord sur le mode de formation de la cuticule ; pour les uns, elle résulte simplement d'une modification de la paroi des cellules hypodermiques ; pour les autres, c'est un produit d'excrétion qui se dépose en couches successives sur la surface libre des cellules hypodermiques, épaississant peu à peu leurs parois, de telle sorte que les nouvelles couches repoussent continuellement les anciennes vers l'extérieur.

Quoi qu'il en soit, la membrane cuticulaire, issue de l'activité des cellules hypodermiques, ne s'est pas seulement modifiée dans son épaisseur pendant sa formation, elle s'est aussi profondément modifiée dans sa constitution chimique, et s'est incrustée de cette substance spéciale, à laquelle Odier, en 1821, a donné le nom de *Chitine*.

Il convient donc d'étudier, avec quelques détails, la structure intime et le développement de la Cuticule, ainsi que les propriétés chimiques de la chitine. C'est ce

(1) Le nom d'*hypoderme* ne convient pas : cette assise de cellules n'est pas sous la peau, c'est la peau elle-même.

que nous allons faire, d'après les recherches récentes de M. J.-W. Tower (1)

Structure de la cuticule. — A l'origine, c'est-à-dire à la sortie de l'œuf et pendant les premières phases de la vie larvaire, le corps de l'Insecte est limité par une seule assise de cellules ectodermiques: c'est le futur hypoderme.

1. *Cuticule primaire.* — La cuticule apparaît de très bonne heure, à l'extérieur de cet hypoderme, sous l'aspect d'une membrane mince recouvrant toute la surface du corps, sans aucune solution de continuité. Cette membrane ne cesse de s'épaissir, jusqu'à ce qu'elle ait atteint la solidité qui caractérise l'espèce considérée : c'est la *cuticule primaire* ; elle donnera naissance aux écailles, aux poils et à tous les autres produits de l'activité tégumentaire.

2. *Cuticule secondaire.* — Pendant la nymphose, au moment où la cuticule primaire commence à se durcir, par suite de sa transformation en chitine, l'hypoderme entre dans une nouvelle phase d'activité ; il sécrète, *rapidement*, une deuxième membrane cuticulaire (*cuticule secondaire*), plus épaisse que la première et donnant une consistance rigide à la paroi du corps (Fig. 10).

Cette cuticule secondaire diffère notablement de la première par sa structure et par ses réactions : elle est formée de couches alternantes ayant des indices de réfraction différents, qui lui donnent un aspect stratifié; elle est, de plus, traversée par de très fins canaux, qui se terminent toujours à la cuticule primaire.

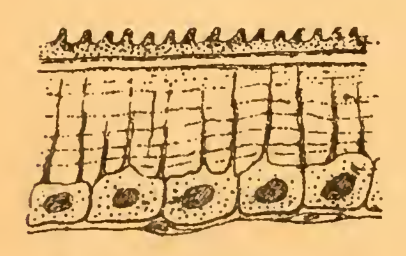


Fig. 10. — Structure de la cuticule au cours de la nymphose (d'ap. W. L. Tower).

Ces petits canaux sont extrêmement nombreux ; ils sont, en réalité, remplis par de fins prolongements des cellules hypodermiques, et jouent un rôle important au moment de la formation des pigments.

Chez les larves, qui mangent avec avidité, la cuticule secondaire s'accroît continuellement ; mais, chez l'adulte, elle ne s'épaissit que si l'hypoderme continue à recevoir de la nourriture ; lorsque l'insecte cesse de s'alimenter, cas fréquent chez les adultes, le développement s'arrête et l'hypoderme dégénère.

(1) Tower (J.-W.) p. 22-26. (Voir : *Index bibliographique*, p. 351).

Propriétés de la Chitine. — La Chitine, qui paraît être aux téguments des Arthropodes ce que l'osséine est aux os des Vertébrés, présente une très grande résistance à l'action des réactifs. Elle est à peine altérée, à l'ébullition, par des solutions faibles d'acides ou d'alcalis, ainsi que par l'alcool, l'éther, les huiles essentielles, etc. : mais en revanche, elle se ramollit sous l'action des hypochlorites (1) et se dissout facilement dans les solutions concentrées d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique.

Les auteurs qui ont essayé d'analyser la chitine en ont donné des formules différentes ; cela tient à ce que la composition de cette substance est variable suivant les espèces, et, très probablement aussi, suivant les diverses parties du corps d'un même Insecte. Nous donnons ici l'une des formules les plus récentes, celle qui a été établie par Sundwick, en 1881 (2).

$$C^{60} H^{100} N^{8} O^{38} + n H^{2} O$$

Les deux couches cuticulaires chitinisées ne forment pas simplement un revêtement protecteur pour le corps des Insectes, elles jouent encore un rôle très important dans la réparation des téguments. Verhoeff a, en effet, observé que, chez un Carabe, à la suite d'une blessure, la paroi du corps fut très rapidement reconstituée, non pas uniquement par un caillot de sang, mais par de nouvelles couches chitinisées.

Métamérie. — L'un des caractères les plus remarquables des Insectes, caractère qu'ils possèdent d'ailleurs en commun avec les autres Arthropodes et même avec les Vers, c'est la segmentation de leur corps en anneaux distincts, placés les uns à la suite des autres. Ces anneaux, que l'on désigne sous les noms de *somites*, de *zoonites* ou de *métamères* (3), visibles dans toute l'étendue du corps chez les larves, ne le sont plus guère, chez l'adulte,

(1) On utilise cette propriété, dans la technique histologique, lorsqu'on veut pratiquer des coupes minces dans les téguments, pour les étudier au microscope.

(2) Dans cette formule *n* varie de 1 à 4.

(3) *Somite* : du grec *soma* corps. — *Zoonite*, de *zoon* animal : les segments du corps, chez les vers, étant quelquefois considérés comme des animaux soudés. — *Métamères* : du grec *meta* (un changement) et *meros* partie, d'où le nom de *Métamerie*.

que dans la région abdominale. Cette segmentation du corps est évidemment un caractère héréditaire que les Insectes tiennent des Vers, leurs ancêtres probables.

Sclérites. — La membrane chitineuse qui forme l'enveloppe du corps et des appendices ne présente aucune solution de continuité, mais elle ne possède pas la même épaisseur ni la même rigidité en tous ses points. Au niveau des articulations, cette membrane reste mince et flexible, ce qui permet les mouvements ; mais dans l'intervalle qui sépare deux articulations, la chitine forme des plaques solides, symétriquement distribuées et variables suivant la région que l'on considère. Ces plaques ont été désignées sous le nom de sclérites (1).

Constitution schématique d'un métamère (*segment*). — Victor Audouin (2), qui a cherché, en 1814, à découvrir, dans les divers anneaux du squelette tégumentaire des Insectes, un plan commun d'organisation, ainsi que Savigny l'avait déjà fait pour les pièces de la bouche (V. *Introd.* p. 17.), crut pouvoir admettre que, dans un métamère typique, comme par exemple l'anneau médian du thorax, on trouvait toujours un nombre invariable de sclérites ; il créa, pour ces diverses pièces, une nomenclature très simple, mais en même temps très philosophique, de sorte que, « connaître la constitution de cet anneau typique, c'est connaître celle de tous. »

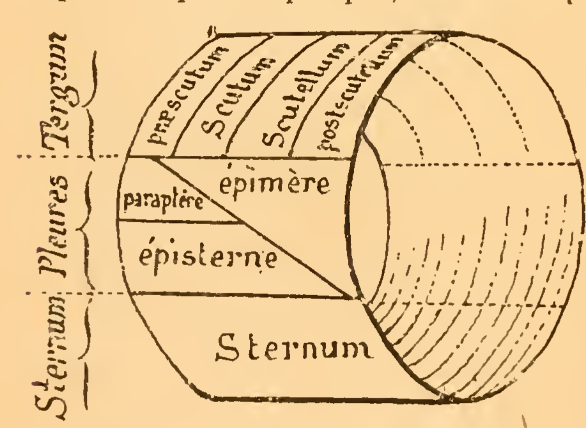


Fig. 11. — Schéma de la constitution d'un métamère thoracique (d'après Comstock).

1° D'après Audouin, un anneau complet peut être considéré comme formé de deux demi-voûtes, disposées en sens inverse l'une de l'autre, et réunies de chaque côté pas des pièces latérales (Fig. 11).

La demi-voûte supérieure porte le nom de *tergum* (ou encore *notum*) et les pièces (*sclérites*) qui la composent sont les *tergites* ; la demi-voûte inférieure est le *sternum*, de même

(1) Du grec *skleros*, dur.

(2) Audouin (J. V.). — T. I. p. 97-135 ; 416-432.

constituée par les *sternites*. Quant aux pièces latérales, servant à réunir le tergum et le sternum, elles ont reçu le nom de *pleures* (1).

Tergum. — Le tergum se compose de quatre tergites, qui sont, d'avant en arrière : le *præscutum*, le *scutum*, le *scutellum* et le *post-scutellum*.

Sternum. — Le sternum reste indivis en apparence.

Pleures. — Les pleures sont au nombre de trois de chaque côté : ce sont : l'*épisterne*, l'*épimère* et le *paraptère*.

Audouin avait encore désigné, sous le nom d'*entothorax*, un certain nombre de lames internes, saillantes à l'intérieur du corps et qui ne sont autre chose que les replis accolés de deux sclérites contigus. On donne aujourd'hui à ces organes le nom d'*apodèmes* (Fig. 12. *a*) ; ils servent de point d'attache à de nombreux muscles et abritent même parfois la chaîne nerveuse ou le tube digestif.

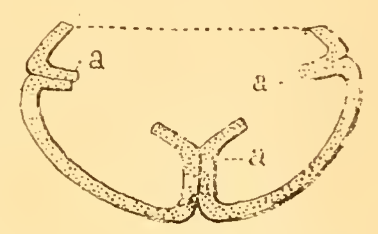


Fig. 12. — Replis des téguments constituant les apodèmes (d'après V. Audouin).

L'*épimère* est une dépendance de l'arceau supérieur, avec lequel il est, en général, très largement articulé ; l'*épisterne*, au contraire, fait partie de l'arceau inférieur qu'il complète de chaque côté. Quant aux *paraptères*, on ne doit pas les considérer comme des sclérites du thorax : ce sont deux petites pièces surajoutées, dépendant vraisemblablement de la base des ailes antérieures.

Si nous ajoutons que les pièces impaires de chaque anneau (*tergum* et *sternum*), doivent être considérées comme formées, en réalité, de deux sclérites symétriques soudés sur la ligne médiane du corps, nous verrons alors que chaque segment squelettique, à son maximum de complication, est constitué par quatorze sclérites : dix pour le demi-segment supérieur et quatre pour le segment inférieur (2).

2° Sur chaque anneau thoracique, les pattes s'insèrent toujours entre les épimères et les épisternes ; les ailes, lorsqu'elles existent, sont également fixées, de chaque côté, entre les épimères et les tergites.

Disons enfin, pour terminer que, à l'origine — bien longtemps

(1) Du latin *pleuræ*, flancs.

(2) Les paraptères comme nous venons de l'indiquer, ne devant pas entrer en ligne de compte.

sans doute avant l'existence du problématique *Protentomon* — chaque segment du corps devait porter une paire d'appendices. Cette disposition, conservée chez les rares représentants du groupe des Onychophores (*Peripatus*), est très visible encore sur certains embryons, pendant les premières phases du développement.

Telle est, théoriquement, la composition d'un anneau thoracique complet de l'exosquelette des Insectes ; nous pouvons maintenant entrer dans le détail des trois principales régions du corps : *tête*, *thorax* et *abdomen* ; ensuite viendront l'étude des appendices et celle, non moins importante, de l'ornementation de la paroi et de la protection des téguments.

CHAPITRE III

LA TÊTE ET SES APPENDICES

Technique. — Pour suivre les développements de ce chapitre, prendre le *Carabe doré*, la *Sauterelle verte* ou une *Libellule* de grande taille.

1° Constitution de la tête. — La tête des Insectes résulte de la fusion d'un certain nombre de métamères ; mais les nombreux sclérites qui la constituent sont si modifiés, si intimement fusionnés les uns avec les autres, qu'il est absolument impossible de déterminer la limite des divers anneaux. L'ensemble forme une capsule, une boîte chitineuse continue et de forme variable suivant les groupes ; seules, l'embryogénie, et une étude anatomique très minutieuse, analogue à celle qu'a faite Charles Janet pour les Fourmis (1), pourront nous donner quelques renseignements précis sur la constitution métamérique de cette partie du corps.

Les entomologistes descripteurs ont distingué, à la partie supérieure de la capsule céphalique, un certain nombre de régions assez faciles à reconnaître chez les Insectes broyeurs (*Coléoptères*, *Orthoptères*, *Névroptères*), et même chez la plupart des Hyménoptères ; mais, fort difficiles ou même quelquefois impossibles à homologuer

(1) Janet (Ch.). — *Essai*, 1899, p. 31-65.

chez les Lépidoptères et les Diptères. Ces régions sont : l'*épistome*, le *postépistome* et l'*épicrâne* (Fig. 13); de même, à la face inférieure, nous devons distinguer la *pièce basilaire* et la *pièce prébasilaire*.

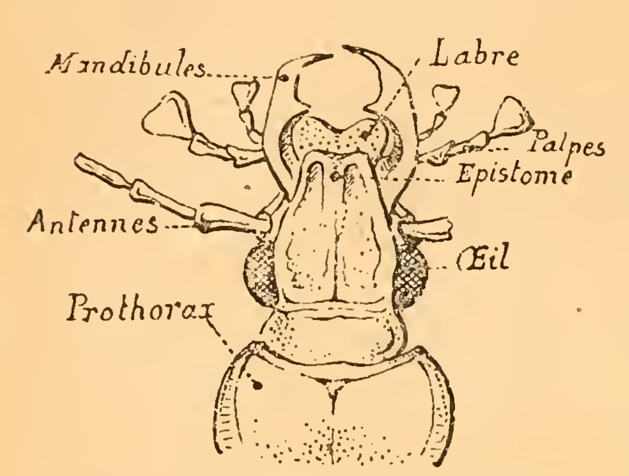


Fig. 13. — Tête d'un Carabe vue en dessus.

1° Face supérieure de la tête. — L'épicrâne, en particulier, c'est-à-dire la partie la plus étendue et la plus apparente du dessus de la tête, est, le plus souvent, décrit avec un grand luxe de détails dans les ouvrages d'entomologie descriptive ; il présente à considérer un certain nombre de subdivisions conventionnelles, d'étendue très variable, sans limites précises, que l'on désigne sous les noms de *front*, *vertex*, *tempes*, *joues*, *occiput*, etc.

Epistome. — L'épistome (Fig. 14, 2), encore désigné sous les noms de *chaperon* et *clypeus*, est généralement bien développé chez les Coléoptères; cependant, quand il est intimement fusionné avec le postépistome ou l'épicrâne, ainsi que cela se produit chez les Cétonides, sa limite postérieure devient impossible à fixer.

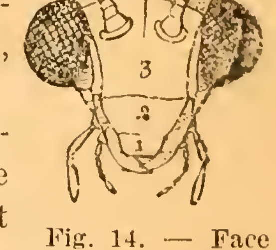


Fig. 14. — Face antérieure de la tête d'un Névroptère : *Myrmeleon diversum* (d'ap. Packard).

Chez les Orthoptères et les Névroptères, l'épistome est presque toujours très visible entre le labre (1) et l'épicrâne (3) ; mais, nulle part, il n'est aussi bizarrement construit que chez les Hémiptères notamment chez les Cigales, où il forme une saillie antérieure striée transversalement, et divisée dans le sens de la longueur par un sillon (Fig. 19,1,)

Chez les Diptères, il se réunit généralement aux joues pour donner un bec conique.

Postépistome. — Cette pièce est confondue avec l'épistome dans la grande majorité des Insectes (Fig. 13) ; cependant, on la trouve très distincte chez certains Coléoptères de la famille des *Chrysomélides* (1) ; elle fournit ainsi de bons caractères à la classification.

On peut également l'observer chez les Névroptères (*Libellulines*) et, contrairement à l'opinion de Lacordaire, beaucoup plus difficilement chez les Orthoptères.

Ailleurs, elle est presque toujours extrêmement étroite ou tout à fait distincte.

Epicrâne. — L'épicrâne, ainsi que nous l'avons déjà dit, constitue toujours, en dessus, la partie la plus étendue et la plus apparente de la tête (Fig. 14, 3). Dans son intérieur, se trouve un système varié de lames chitineuses, donnant insertion aux muscles moteurs des mâchoires et servant à supporter le cerveau. Cet ensemble a été désigné sous le nom de *tentorium*, il est facile à étudier chez l'Hydrophile, ou il est formé par trois paires d'invaginations des téguments.

2° Face inférieure de la tête. — *Pièce basilaire.* — Ainsi nommée par Strauss, elle occupe la partie inférieure de la tête et limite, en partie, le trou occipital. Très distincte chez la plupart des Coléoptères (2), des Orthoptères et des Hémiptères, elle est au contraire à peine visible dans les autres groupes.

Pièce prébasilaire. — La présence de cette pièce n'est pas constante; on ne peut même l'observer que chez un nombre très restreint d'espèces, surtout parmi les Coléoptères (*Hydrophile*, *Carabe*, etc.).

2° Appendices céphaliques. — Les appendices de la tête sont, comme nous l'avons dit, les yeux, les antennes et l'appareil buccal.

Les yeux seront décrits plus tard avec les organes des sens (p. 166).

1° *Antennes.* — Les antennes, vulgairement désignées sous le nom de cornes, sont des appendices articulés, de forme très variée, insérés latéralement sur l'épicrâne ;

(1) Très visible dans les *Sagra*, le postépistome manque chez les *Donacies* ; on a donc là un moyen de distinguer facilement ces deux genres.

(2) Elle est remarquable par sa grandeur chez le Hanneton, où elle forme une large plaque luisante à la base du cou.

elles sont au nombre de deux chez tous les Insectes sans exception.

Le mode d'articulation des antennes avec la tête est celui bien connu sous le nom d'articulation *à genoux*. En effet, la base du premier article se renfle en une sorte de rotule parfaitement lisse, reçue dans une cavité correspondante de l'épicrâne, ce qui, grâce aux muscles logés à l'intérieur, permet à l'antenne de se mouvoir dans tous les sens.

Fig. 15. — Une antenne de Coléoptère *Heoticus serratus* Gyll.

Quelle que soit leur forme, on distingue théoriquement trois parties dans une antenne: le premier article a reçu le nom de *scape* (1) ; le deuxième est le *pédicelle* ; puis, l'ensemble de tous les autres articles constitue le *funicule* ou *flagellum* (Fig. 15). La forme du flagellum est tellement variable qu'il est impossible d'en donner une description générale ; tout ce qu'on peut dire c'est que, dans certains cas, cette forme peut servir à caractériser plusieurs familles : les Lamellicornes et Longicornes parmi les Coléoptères ; les Bombycides et les Sphingides parmi les Lépidoptères.

Le nombre des articles aux antennes subit également de grandes variations suivant les groupes. Bien que ce nombre soit typiquement de onze chez les Coléoptères, il descend à trois dans quelques *Platypus* ; il peut arriver à deux chez les *Paussus* et les *Andranes*, et même à un, dans le curieux autant que rare *Articerus armatus*, appartenant à la famille des Clavigérides.

Chez les Orthoptères, le nombre des articles peut

(1) Le *Scape* est ordinairement très développé chez les Curculionides.

varier entre onze (quelques *Phasmides*) et cent cinquante, par exemple chez les Blattidés.

Les Lépidoptères ont les antennes composées d'un nombre très grand d'articles, souvent si peu distincts qu'il est presque impossible de les compter ; il en est de même, en ce qui concerne les Hyménoptères de la tribu des Ichneumonides.

Chez les Diptères, on peut distinguer deux types : les *Némocères* (ex. : *Tipulides*) qui ont, en général, des antennes de quatorze à seize articles, et les *Brachycères* (ex. : *Mouches*) où le nombre des articles n'est jamais supérieur à trois.

Bien entendu, toutes ces variations des antennes, relativement à la forme et au nombre des articles, sont des résultats d'adaptation ; ce sont même quelquefois de simples variations sexuelles : ainsi, par exemple, dans le curieux *Prionus imbricornis*, les antennes des femelles ont neuf articles, tandis qu'elles en ont jusqu'à vingt chez les mâles, et ce cas n'est pas isolé.

I. PIÈCES BUCCALES

THÉORIE DE SAVIGNY. — Lorsqu'on étudie la constitution de la bouche dans la série entomologique, on constate que les organes qui la composent sont formés de façon très variable suivant les différents groupes et surtout suivant le mode de nutrition.

Certains Insectes, en effet, tels que les Carabes (*Coléoptères*), les Libellules (*Névroptères*) et les Grillons (*Orthoptères*), doivent broyer fortement les aliments solides dont leur nourriture se compose ; leur bouche est, pour cela, armée de fortes mandibules et de mâchoires triturantes ; ils constituent la catégorie des INSECTES BROYEURS. D'autres, au contraire, tels que les Punaises (*Hémiptères*), les

Papillons (*Lépidoptères*), ne peuvent absorber qu'une nourriture liquide ; les pièces de leur bouche se sont alors modifiées en conséquence et on a, suivant les cas, les INSECTES PIQUEURS et les INSECTES SUCEURS.

Toutefois, il existe tout un groupe d'Insectes, dont la bouche est intermédiaire entre celle des *broyeurs* et celle des *suceurs* ; c'est le groupe des INSECTES LÉCHEURS, dans lequel se range l'ordre nombreux et remarquable des *Hyménoptères*.

Enfin, il faut encore remarquer que, chez certains Insectes dont le mode de nutrition varie aux diverses phases de leur développement, la conformation de la bouche change avec l'âge, ce qui montre bien que ces variations sont simplement adaptatives et qu'elles ne sont autre chose que des modification d'un thème fondamental unique, le même pour tous les Insectes. Tel est, par exemple, le cas des Lépidoptères ; sous leur état de Chenille, ils se nourrissent de substances végétales et leur bouche est conformée sur le même type que celle des Insectes broyeurs ; mais, lorsqu'ils deviennent Papillons, ils ne peuvent plus absorber que le liquide sucré, formé par le nectar des fleurs, alors leur bouche se modifie ; elle prend l'aspect d'une sorte de trompe, ils sont devenus suceurs. C'est SAVIGNY qui, le premier, en 1816, dans son travail sur les animaux sans vertèbres (1), établit l'homologie des différentes pièces de la bouche chez les Insectes. mais afin de bien comprendre ce qui se passe chez les divers types que nous venons d'examiner, voyons tout d'abord comment la bouche est constituée chez les Insectes broyeurs.

1° Insectes broyeurs. — Prenons, par exemple, le *Carabe doré*, si commun partout dans les jardins et dans les champs ; c'est un chasseur infatigable, un carnassier de premier ordre.

Les organes dont sa bouche est armée, et qui servent à la fois à saisir et à broyer les aliments, sont au nombre de six ; si nous les examinons, de dessus vers le dessous, l'insecte étant placé sur ses pattes, dans la position ordinaire du repos, nous trouverons, dans l'ordre suivant (Fig. 16) :

1° Une pièce médiane impaire appelée *labre* ou *lèvre supérieure* ; cette pièce est formée par la soudure de deux sclérites contigus et s'articule en arrière, avec le bord antérieur de l'épistome.

(1) LELORGNE DE SAVIGNY (J.). — *Mémoires sur les animaux sans vertèbres*. 1° Partie, Paris, 1816, in-8°.

2° Sous le labre, on remarque une paire de grosses dents appelées *mandibules* (*Md*). Ces organes s'articulent avec la tête au moyen de deux ou trois apophyses dont leur base est munie.

Dans quelques espèces, comme par exemple chez les Lucanes (*Cerfs-volants*), ce sont les mandibules qui se développent d'une

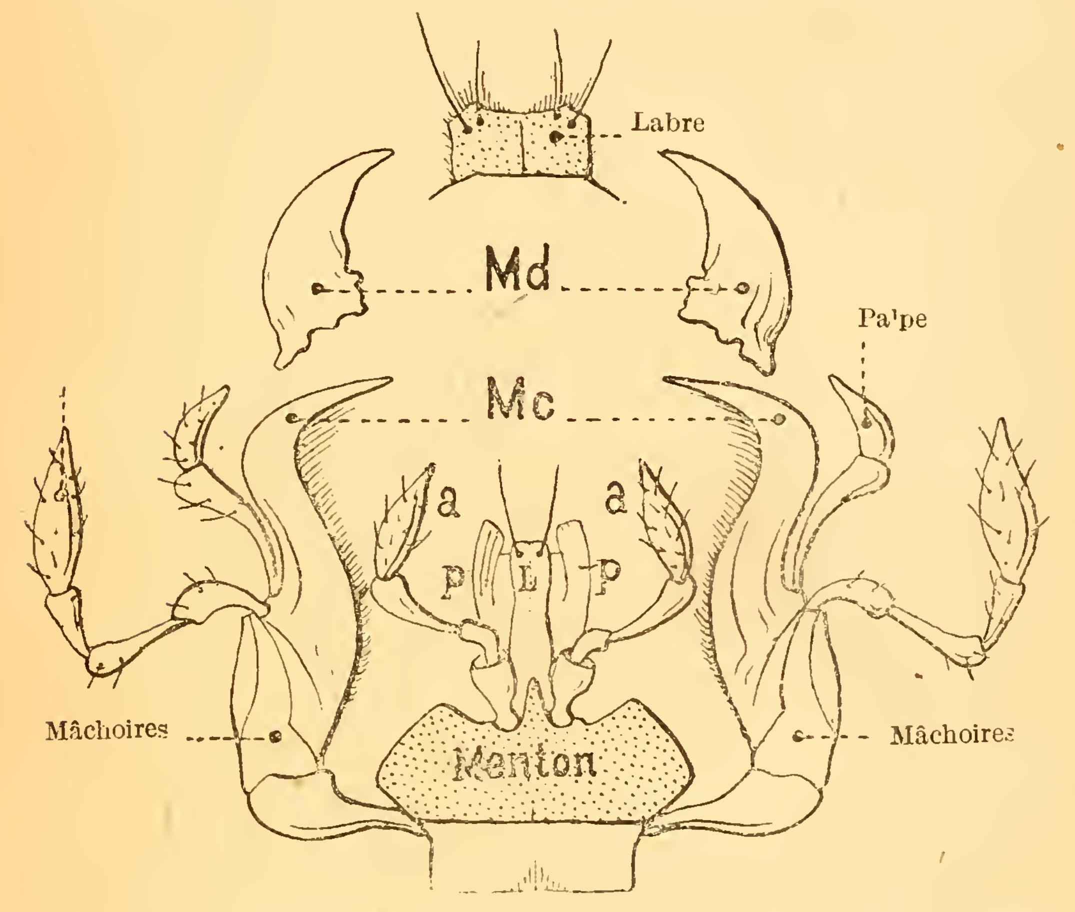


Fig. 16. — Schéma des pièces de la bouche, vues en dessous, chez un Insecte broyeur : *Carabus auratus* (Coléopt).

façon démesurée et forment la pince puissante que tout le monde connaît (Fig. 119).

3° En dessous des mandibules, se trouvent les *mâchoires* (*Mc*), également au nombre de deux. Les mâchoires étant destinées à diviser les aliments, chacune d'elles porte, en dedans, une lame coupante garnie de dentelures. En dehors, les mâchoires présentent *un* ou *deux* petits appendices appelés *palpes maxillaires* ; les palpes servent à flairer les aliments, grâce aux nombreux poils dont ils sont revêtus.

4° Enfin, on appelle *lèvre inférieure* ou simplement *labium*, une pièce impaire assez compliquée, opposée au labre, et située à la

partie inférieure de la bouche ; elle porte aussi une paire de palpes, ce sont les *palpes labiaux* (*a.a.*).

La lèvre inférieure se compose de plusieurs parties qu'il est nécessaire de connaître, parce qu'on les utilise quelquefois dans les tableaux de détermination.

La pièce la plus importante est le *menton* qui s'articule, en arrière, avec la *pièce prébasilaire* (p. 47) et qui sert à protéger, en dessous, les organes buccaux. Le prolongement antérieur et souvent cartilagineux du menton, a reçu le nom de *languette* (*L*). Enfin, très souvent, entre les palpes labiaux et la base de la languette, existent deux petits appendices menbraneux et ciliés qu'on a désignés sous le nom de *paraglosses* (Fig. 16, *p.*).

Examinons maintenant les modifications de la bouche dans les autres types.

2° Insectes lécheurs.— Les modifications les moins profondes se présentent dans l'ordre des Hyménoptères (Fig. 17), c'est-à-dire dans le groupe d'Insectes qui renferme l'Abeille, la Guêpe, etc. Ici, la bouche présente une conformation intermédiaire entre le type broyeur et le type suceur ; en effet, les pièces de la partie supérieure de la bouche, c'est-à-dire le labre et les mandibules (*md*), ne diffèrent en rien d'essentiel des mêmes pièces chez les Insectes broyeurs ; c'est seulement la partie inférieure de la bouche qui se modifie ; les mâchoires et surtout la languette (*lg*) s'allongent fortement ; cette dernière prend la forme d'une gouttière garnie de poils à son extrémité (*langue*), et l'ensemble devient une sorte de trompe servant à aspirer les aliments liquides qui conviennent à ces Insectes.

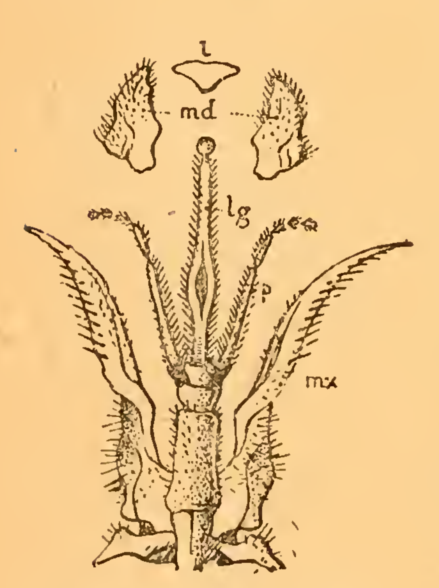


Fig. 17. — Les pièces buccales d'un Insecte lécheur : *Abeille p*, palpes labiaux ; *ma*, mâchoires.

En résumé, les Hyménoptères ont donc la moitié supérieure de la bouche conformée pour déchirer les aliments, (*type broyeur*) et la moitié inférieure disposée pour aspirer (*type suceur*). Au moyen de leurs mandibules, ils peuvent découper les substances dont ils se nourrissent et les matériaux dont ils composent leurs nids ; la

trompe sert ensuite à pomper les sucs des fruits dont ils ont préalablement déchiré l'enveloppe.

3° Insectes suçeurs.— Chez les Insectes suceurs, qui comprennent l'ordre entier des Lépidoptères, les divers appendices de la bouche se modifient tellement que, pendant longtemps, on ne les a pas crus construits sur le même plan que ceux des Insectes broyeurs.

Tout le monde sait que la bouche des Papillons est prolongée par une trompe qui s'enroule en spirale à l'état de repos, et qui s'allonge en un tube flexueux quand ils veulent aller puiser leur nourriture au fond de la corolle des fleurs (Fig. 18).

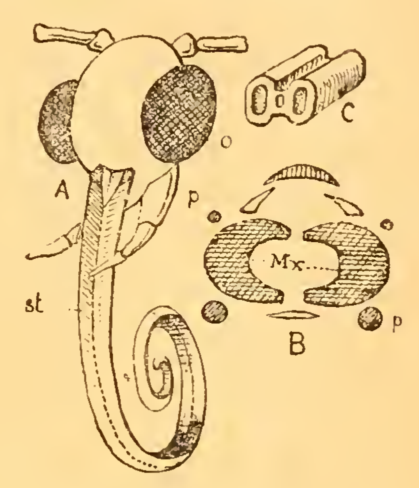


Fig. 18. — La bouche d'un Insecte suceur (*Lépidoptère*). A. *o*, œil ; *p*, palpes ; *st*. trompe ; B. , *mx*, mâchoires ; *p*, palpes ; C. coupe transversale de la trompe.
(d'ap. Miall et Denny).

Cette trompe cylindrique est formée de deux *demi-gaines* (C) qui correspondent aux mâchoires des autres Insectes; on retrouve, en effet, à leur base, des palpes velus (A. *p*.) et de petits filaments, représentant les autres pièces de la bouche profondément modifiées.

4° Insectes piqueurs.— Chez ces Insectes, qui comprennent l'ordre entier des Hémiptères (*Punaise*, *Cigale*), et une partie de celui des Diptères (*Cousins*), la bouche est encore conformée d'une autre façon; les parties qui prennent ici le plus grand développement, ce sont les deux lèvres. La lèvre inférieure, surtout, s'allonge en formant un tube ayant l'aspect d'une aiguille creuse (Fig. 19). A l'intérieur de cette aiguille, que l'on désigne sous le nom de *rostre* (*r*), on trouve quatre petits stylets garnis de dentelures et d'épines ; ce sont les deux mandibules et les deux mâchoires modifiées.

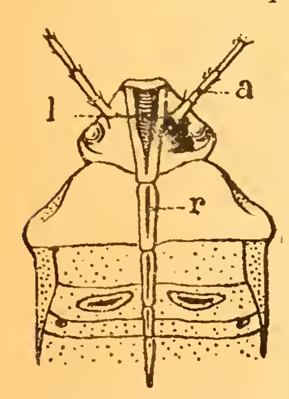


Fig. 19. La bouche d'un Insecte piqueur *l*, épistome ; *a*, antennes.

Chez les Hémiptères, le rostre sert à percer la peau des animaux ou les tissus des végétaux dont ces Insectes se nourrissent ; le plus souvent, le rostre est grêle et appliqué, au repos, sous la poitrine en passant entre les pattes.

Chez les Mouches (*Diptères*), la trompe représente aussi la lèvre inférieure modifiée, cette origine est attestée par les palpes qu'on observe encore à sa base, mais cette trompe est terminée par deux tampons charnus, qui fonctionnent comme des ventouses, et au centre desquels se trouve l'entrée du tube digestif.

Chez d'autres Diptères, les Cousins, par exemple, le suçoir n'est pas dilaté à son extrémité en un disque charnu; il contient plusieurs soies rigides qui servent d'arme vulnérante à l'Insecte et qui représentent aussi les mandibules et les mâchoires modifiées.

II. SIGNIFICATION DES APPENDICES CÉPHALIQUES.

Quelle que soit la variété des organes que nous venons de décrire, les travaux d'Audouin, de Savigny, de Brullé, ainsi que des expériences toutes récentes, ont montré que les antennes, les yeux, de même que les autres pièces mobiles de la bouche, n'étaient que les appendices des anneaux céphaliques, profondément modifiés et adaptés à des fonctions spéciales. Chacun d'eux possède donc la valeur morphologique d'un membre; il est facile de le démontrer.

1° Antennes. — En ce qui concerne les antennes, il est nécessaire, pour établir l'homologie, de recourir aux premières phases du développement larvaire ; on voit alors que ces organes se développent en même temps que les pattes et par le même processus : elles représentent les membres profondément modifiés du *deuxième anneau céphalique*.

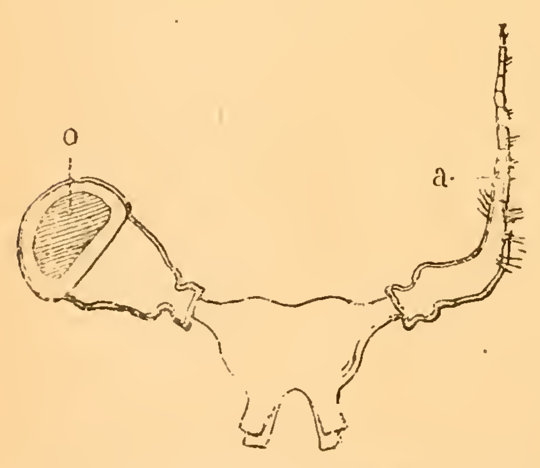


Fig. 20. — Exemple remarquable d'hétéromorphose ; un œil a été enlevé, il s'est formé une antenne à la place (d'après Herbst).

2° Yeux. — Les yeux peuvent être considérés comme des appendices du *premier segment céphalique* (Fig. 24) ou anneau postérieur de la tête ; malgré l'opi-

au contraire de la plupart des auteurs, ils sont, comme les antennes, des membres modifiés ; une récente expérience de Herbst sur les Crustacés (*Palaemon*, *Palinurus*, etc.), le démontre nettement ; lorsqu'on enlève un œil, dans certaines conditions déterminées, c'est une antenne (*a*) qui se reconstitue à la place de l'œil détruit (Fig. 20).

Il n'y a qu'une seule manière d'expliquer cette curieuse hétéromorphose, la plus remarquable, dit Loeb, « qu'on ait observée jusqu'ici (1) », c'est d'admettre que l'œil et l'antenne sont deux organes de même valeur morphologique.

3° Pièces buccales. — L'homologie des pièces buccales est beaucoup plus claire, cela se conçoit : on peut même y retrouver les principales subdivisions des membres des Crustacés. Considérons, par exemple, une mâchoire isolée et légèrement schématisée d'un Carabe doré (Fig. 21). Nous y trouverons, à la base, une pièce articulaire (c) correspondant au *coxopodite*; en dessus vient une tige plus ou moins allongée (s) correspondant au *basipodite*; à son extrémité libre, cette tige est bifurquée ; sa lame interne (i), ciliée, devient masticatrice, elle représente le premier article de l'endopodite ; sa lame externe (*galea*. g) en représente le deuxième article. Chez les Coléoptères carnassiers, Cicindélides, Carabides et Dytiscides, cette lame se segmente en s'adaptant aux

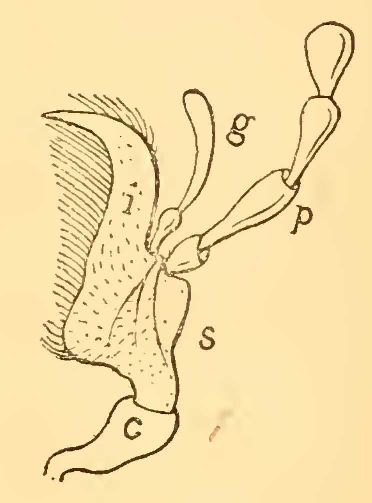


Fig. 21. — Homologie des pièces de la bouche chez les Insectes et les Crustacés (d'après Boas)

(1) Lœb (J.). — *La dynamique des phénomènes de la vie*, Paris, Alcan, 1908, in-8 (Trad. H. Daudin et G. Schœffer, p. 376).

fonctions tactiles ; elle devient un véritable *palpe interne*, ce qui fait que ces Insectes sont fréquemment désignés sous le nom d'Hexapalpes. Quant au palpe normal (p) il correspond à un *exopodite* (1).

La constitution des mandibules s'explique maintenant d'elle-même. D'après ce qui précède, il suffit, en effet, d'admettre que l'exopodite (*palpe*) a disparu et que l'endopodite est réduit à sa lame interne.

Lèvre inférieure. — La disposition de la lèvre inférieure n'est pas moins facile à comprendre; on peut la considérer comme formée par deux mâchoires accolées et soudées sur la ligne médiane ; les deux coxopodites réunis forment la pièce *basilaire* ; les deux basipodites forment le *menton* (Fig. 22).

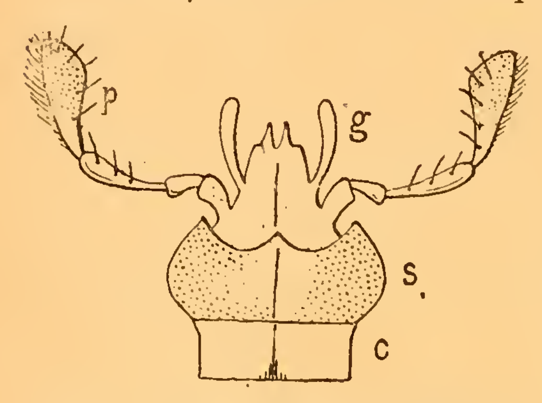


Fig. 22. — Lèvre inférieure d'un Insecte. (Schéma d'après Boas ; mêmes lettres que dans la fig. précédente).

Les endopodites peuvent se comporter de deux façons différentes ; tantôt leurs pointes ne sont pas bifurquées, elles se soudent en une pièce médiale qui constitue la *ligule* ; d'autres fois, au contraire, les deux pointes restent séparées, les lames internes seules s'accolent et forment l'organe auquel on a donné le nom de *languette* ; quant aux lames externes restées libres, elles constituent alors les *paraglosses* (*g.*).

Hypopharynx et Épipharynx.

1. *Hypopharynx.* — Il existe encore, à l'intérieur de la bouche, particulièrement chez les Insectes lécheurs, un organe sur lequel la

(1) Nous supposons que le lecteur est familiarisé avec la nomenclature adoptée pour les articles des pattes chez les Crustacés.

sagacité des entomologistes s'est bien des fois exercée depuis Swammerdam ; l'entente n'est pas encore faite non plus au sujet de sa signification morphologique.

Chez les Insectes broyeurs, où il se présente avec ses caractères les moins différenciés, cet organe, que Savigny désignait sous le nom de langue ou d'*hypopharynx*, se présente sous l'aspect d'un bourgeon membraneux, (*lg*) fixé sur le plancher de la lèvre inférieure. Ce bourgeon est couvert de papilles ou de soies rigides ; il représente probablement un organe tactile et gustatif hautement différencié (Fig. 23).

Chez d'autres Insectes, notamment chez les Abeilles, l'hypopharynx, très spécialisé, forme un conduit rétractile couvert de soies nombreuses et servant à aspirer le nectar des fleurs.

Chez les Diptères piqueurs, l'hypopharynx existe de même, sous forme d'un long tube chitineux ouvert à son extrémité.

2. *Epipharynx*. — A la voûte supérieure de la bouche, sous le labre et l'épistome, se trouve de même un repli membraneux couvert de papilles auquel on a donné le nom d'*épipharynx* (Fig. 23).

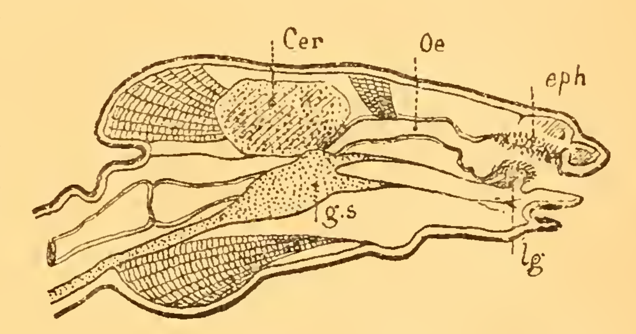


Fig. 23. — Section longitudinale de la tête d'un Insecte *Anaphtalmus Telkampfi* (Coléopt. pour montrer l'épipharynx (*eph.*) et l'hypopharynx (*lg.*). *Cer.* cerveau : *œ*, œsophage; *gs* ganglions sous-œsophagiens (d'après PACKARD).

3. Chez quelques Insectes inférieurs, l'hypopharynx se présente sous forme d'une lame portant, de chaque côté, de petits palpes articulés. Cette disposition a conduit certains auteurs à penser que l'hypopharynx possède la valeur morphologique d'un métamère ; d'autres, pour des raisons analogues, ne sont pas éloignés d'accorder la même valeur à l'épipharynx.

D'après cette manière de voir, la tête des Insectes ne comprendrait donc pas six zoonites, mais huit, en réalité. M. Charles Janet arrive, par une autre voie, à des conclusions du même ordre par l'étude approfondie qu'il a faite de la métamérisation de la tête de *Myrmica rubra*. Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans la discussion de ce curieux point de morphologie, très intéressant, il est vrai, mais très difficile à élucider.

III. ORIGINE MÉTAMÉRIQUE DE LA TÊTE

Le nombre des anneaux qui entrent dans la constitution de la tête des Insectes constitue l'un des problèmes les plus difficiles de l'anatomie entomologique.

Les entomologistes descripteurs considèrent la tête comme formée d'un seul segment ; les embryologistes, au contraire, et les anatomistes la considèrent comme formée de plusieurs, mais ils ne sont pas d'accord sur le nombre. Ces divergences de vues sont impossibles à concilier lorsqu'on ne considère que la tête de l'Insecte adulte ; il faut demander des éclaircissements à l'embryologie. Toutefois une chose est nettement établie, c'est que, dans la région postorale de la tête, de même que dans les deux autres régions du corps (thorax et abdomen), on trouve toujours une paire de ganglions nerveux (*neuromères*) dans chaque segment ; il ne s'agit donc alors, pour résoudre le problème de la métamérie de la tête, que de déterminer le nombre de neuromères, constituant ce qu'on est convenu d'appeler les ganglions céréboïdes ou sus-œsophagiens.

D'après les recherches de Patten, de Wheeler et plus spécialement d'après celles de Viallanes, il semble bien que le cerveau des Insectes est divisé en trois segments primitifs (1).

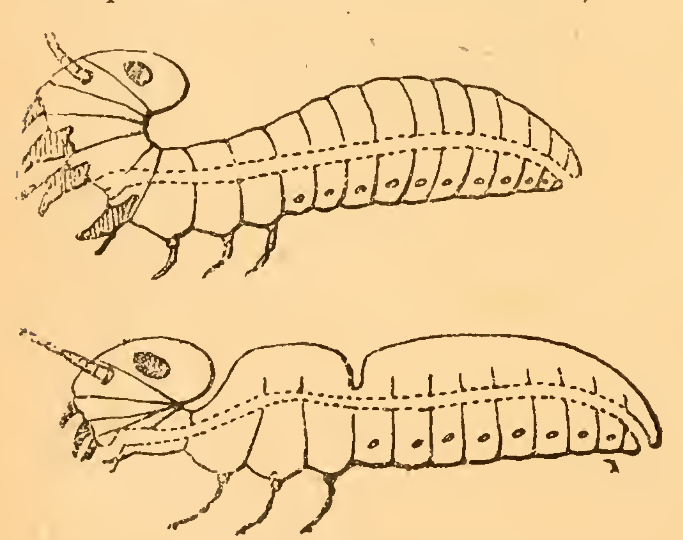


Fig. 24. — Schéma destiné à montrér le mode de spécialisation des métamères.

Les antennes sont innervées par la division moyenne ou *deutocerebron*. Par ailleurs, le segment oculaire, qui porte les yeux simples ou les yeux composés, est supposé représenter le premier neuromère céphalique; ce fait n'a rien qui doive nous surprendre puisque les yeux, comme nous l'avons vu, sont les équivalents morphologiques des antennes (Fig. 25.).

(1) Il serait bon que le lecteur revînt sur ce paragraphe après avoir lu tout ce qui concerne l'évolution du système nerveux, p. 246.

Le troisième segment de la tête est très obscurément indiqué ; les faits qui militent en faveur de son existence supposent une connaissance approfondie de l'embryogénie des Insectes, et ne peuvent guère être exposés ici.

Disons seulement qu'Heymons, après Viallanes et Wheeler, a également découvert ce segment dans l'embryon du Lepisma, et qu'il l'a désigné sous le nom de *segment prémandibulaire.*

La détermination des autres segments céphaliques se fait ensuite sans difficulté, grâce aux appendices dont ils sont pourvus ; le *segment mandibulaire* paraît former une partie notable de la région postantennaire de l'épicrâne, ainsi que l'indique l'insertion des larges muscles moteurs des mandibules sur cette partie de la tête.

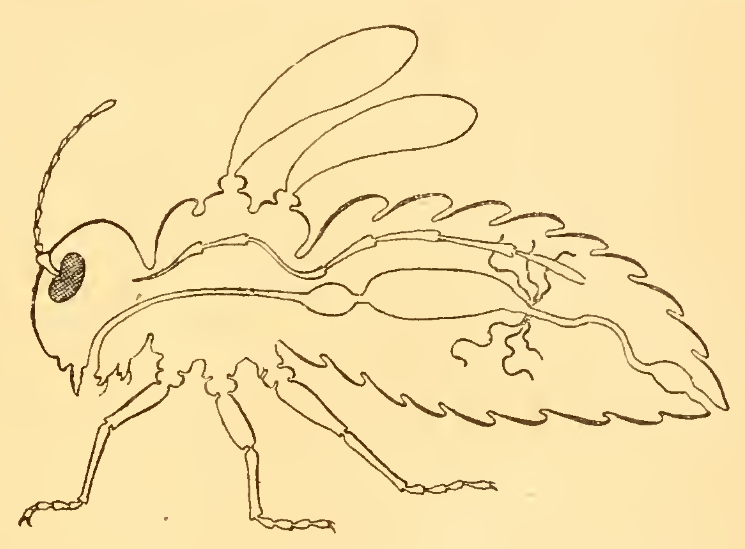


Fig. 24 *bis.* — Un Insecte théorique. ; la spécialisation des métamères est complète.

Le premier *segment maxillaire* est caractérisé par l'avortement de sa région tergale.

Quant au deuxième *segment maxillaire* (labial), il paraît être représenté, dans sa partie tergale, par la région occipitale de la tête.

Ainsi donc, d'après le nombre des appendices et d'après les données embryogéniques les plus probables, la tête des Insectes peut être considérée comme formée de six segments intimement fusionnés, qui sont (Fig. 24) :

1° Le *segment oculaire*, sur lequel sont fixés les yeux.

2° Le *segment antennaire*, ayant pour appendices les antennes.

3° Le *segment prébuccal*, correspondant à la lèvre supérieure (*labre*).

4° Le *segment mésobuccal* ou *mandibulaire* (*mandibules*).

5° Le *segment métabuccal* ou *maxillaire* (mâchoires avec leurs palpes).

6° Le *segment labial* ayant pour appendices les deux moitiés de la lèvre inférieure (*labium*) avec leurs palpes.

CHAPITRE IV

LE THORAX ET SES APPENDICES

Technique. — Suivre les développements de ce chapitre sur un Orthoptère (*Locusta viridissima*) ou sur une Libellule.

I. **Les trois parties du Thorax.** — Le thorax constitue la division moyenne du corps ; il est formé, dans la grande majorité des cas (1), de trois segments dont les limites sont surtout bien distinctes en dessous, chez les Orthoptères (Fig. 25).

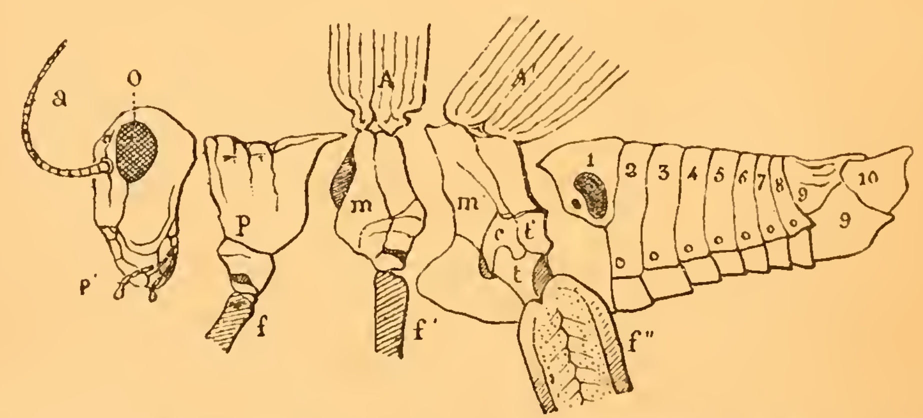


Fig. 25. — Les trois parties du thorax du *Mélanoplus spretus* (Orth.). *a*, antenne. *p'* palpes; *f f' f"* pattes; *A*, *A'* ailes; 1-10, anneaux de l'abdomen (d'après Packard)

En allant de la tête vers l'abdomen, nous rencontrons trois anneaux, qui ont reçu les noms suivants : *prothorax* (*p.* en avant), *mésothorax* (*m.* au milieu) et *métathorax* (*m'*. en arrière).

(1) Voir p. 64, la curieuse anomalie présentée par certains Hyménoptères.

Ces trois anneaux portent, en dessous, chacun une paire de pattes ; de plus (*exception pour les Diptères*),le deuxième (*mésothorax*) et le troisième (*métathorax*), sont munis, en dessus, d'une paire d'ailes bien développées. Par conséquent, à part l'exception ci-dessus indiquée, le thorax porte donc toujours deux paires d'ailes et trois paires de pattes.

Ainsi que nous l'avons expliqué p. 42, chaque anneau du thorax se compose d'une pièce médiane supérieure le *notum* (ou *tergum*), d'une pièce inférieure le *sternum* et de pièces latérales les *pleures*. Nous avons donc, en dessus pour les trois parties du thorax précédemment définies, le *pronotum*, le *mésonotum*, et le *métanotum*, auxquels correspondent, en dessous, le *prosternum*, le *mésosternum* et le *métasternum*.

Très fréquemment (*Coléoptères*), le pronotum est la seule partie du thorax qui soit bien visible en dessus (*prothorax*), car les autres arceaux de la région dorsale sont presque toujours cachés par les ailes et les élytres (1).

La forme et les dimensions du thorax sont extrêmement variables suivant les différents ordres d'Insectes, et ceci tient au développement plus ou moins grand que prennent les diverses pièces qui entrent dans la constitution d'un somite thoracique. Ainsi, par exemple, chez les Insectes qui marchent plutôt qu'ils ne volent : *Coléoptères*, *Orthoptères*, un grand nombre d'*Hémiptères*, le prothorax acquiert un très grand développement et se sépare, dans une certaine mesure, du mésothorax et du métathorax. C'est le contraire qui arrive chez les Insectes

(1) Pour une étude plus complète des pièces du thorax et des modifications dont elles sont susceptibles, voir le volume traitant des Coléoptères (E. S.).

bons voiliers, tels que les *Hyménoptères*, les *Lépidoptères*, les *Diptères*, etc., ici, le mésothorax et le métathorax, étroitement unis, prennent un développement énorme, tandis que le prothorax se trouve réduit à des dimensions très exiguës. La raison d'être de ces variations se comprend d'elle-même.

Examinons maintenant la composition de chacun des trois anneaux thoraciques.

1 Prothorax. — Dans aucun ordre d'Insectes, on ne peut distinguer, dans le prothorax, les quatorze sclérites fondamentaux qui entrent, d'après Audouin, dans la composition d'un anneau typique ; en général, un ou deux des sclérites du tergum manquent toujours complétement (1). Chez les Coléoptères, ceux qui restent se soudent intimement et constituent la pièce unique que l'on désigne sous le nom de *pronotum* ou *prothorax* ; les deux pièces disparues sont le scutellum et le post-scutellum.

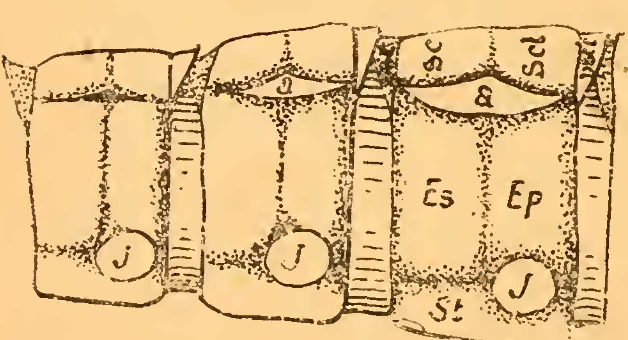


Fig. 26. — Constitution schématique des anneaux du thorax d'un Névroptère. J. insertion des jambes ; a. insection des ailes ; st. sternum (imité de Woodworth).

Par contre, chez un certain nombre d'Orthoptères (*Phasgonuridés*), on distingue assez nettement les quatre divisions; il en est de même chez les grands Névroptères de la famille des Odonates (*Anax*) (Fig. 26), bien que là, le prothorax soit très petit.

Quant aux pièces pleurales *épisternes* (Es) et *épimères*

(1) Nous rappelons les noms de ces pièces : *præscutum* (psc.), *scutum* (sc.), *scutellum* (sct.) et *postscutellum* (psct.) (Fig. 26).

(Ep), elles sont quelquefois séparées et bien visibles, notamment chez les Névroptères.

L'épisterne est une pièce située à la partie antérieure et latérale du prothorax ; elle s'appuie, par sa base, sur le prosternum, mais sa forme et ses dimensions sont trop variables pour qu'on puisse les décrire ici.

En arrière de l'épisterne et toujours soudée avec lui, se trouve l'épimère. Après avoir un instant longé le protergum, cette pièce se recourbe, en général, pour former la cavité qui reçoit la hanche antérieure.

L'épimère n'abandonne jamais la hanche avec laquelle elle s'articule ; c'est à ce caractère qu'on le reconnaîtra toujours.

2 Mésothorax. — Le mésothorax, ainsi que son nom l'indique, constitue la subdivision moyenne du thorax ; il porte, en dessous, chez tous les Insectes, la deuxième paire de pattes et, en dessus, la première paire d'ailes. Les sclérites mésothoraciques sont généralement mieux développés et beaucoup plus distincts que ceux du prothorax, surtout chez les Insectes ailés. Ici, les quatre mésotergites (1) sont toujours bien individualisés ; cependant, dans la plupart des ordres, le *præscutum* est très petit, et ne forme souvent qu'un étroit liséré infléchi vers l'intérieur ; c'est chez les Névroptères (*Odonates*) qu'il est le mieux développé, et qu'on peut le plus facilement l'observer (Fig. 27).

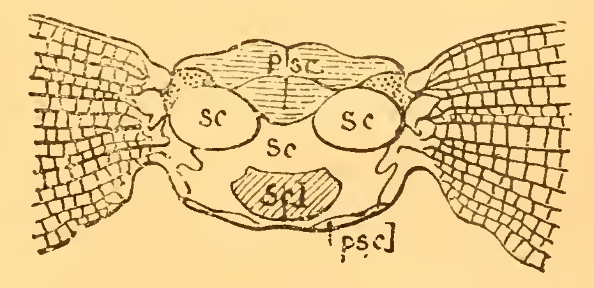


Fig. 27. — Constitution du mésothorax chez le *Pteronarcys californica* (Névropt.) (imité de Packard).

(1) Mésotergites : *præscutum* (*psc.*), *scutum* (*sc.*), *scutellum* (*sct.*), *postscutellum* (*psct.*) (Fig. 27).

Le second mésotergite, *scutum*, est toujours le plus important du mésothorax ; c'est sur lui que la première paires d'ailes est articulée ; il varie, d'ailleurs, considérablement dans ses dimensions ; chez les Hyménoptères, les Lépidoptères, les Diptères, etc., il constitue la partie la plus visible et la plus étendue du mésonotum. Au contraire chez les Orthoptères, les Coléoptères et les Hémiptères hétéroptères, il est presque toujours caché sous le bord postérieur du pronotum.

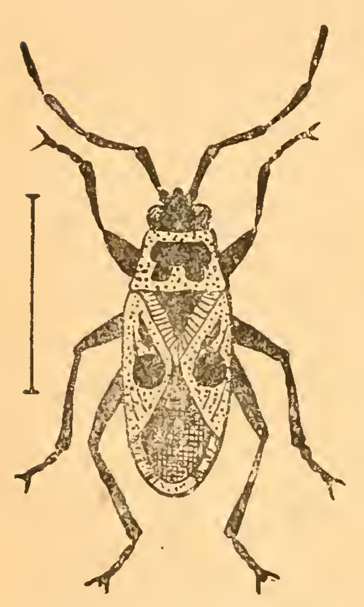


Fig. 28.— Un Hémiptère, *Pyrrhocoris apterus* pour montrer le grand développement de l'écusson. (D'après Guérin et Péneau).

Chez les Odonates, le scutum paraît divisé par une carène médiane, ce qui indique qu'il est formé par la soudure de deux moitiés symétriques (p. 65).

La partie visible du scutellum (*mésoscutellum*) est la pièce triangulaire située à la base de la suture des élytres et qu'on désigne, en entomologie descriptive, sous le nom d'*écusson* (Fig. 28).

Très développé chez les Hémiptères (*Scutelléridés*), où il recouvre l'abdomen presque tout entier ; encore très visibles chez un grand nombre de Coléoptères (*Cétonides*) ; il disparaît, par contre, chez beaucoup d'autres (*Copridiens*).

Enfin le *postscutellum* est, en général, la pièce la moins développée du mésonotum; il est le plus souvent caché par la partie antérieure du métanotum. C'est chez les Libellules qu'on peut l'observer avec le plus de facilité; là, il est très distinct et ressemble au scutellum, sauf qu'il est plus déprimé et que ses dimensions sont un peu plus faibles.

Le *mésosternum* existe toujours, mais sa largeur dépend de l'écartement des hanches intermédiaires ; il est bien développé chez les Orthoptères, où il offre de bons caractères pour la classification.

Les mésopleures (*épimérite* et *épisternite*), de même que dans l'anneau précédent, offrent de grandes variations de forme et sont fréquemment utilisés en taxinomie.

Dans son ensemble, le *mésonotum* est découvert et bien distinct chez les Névroptères, les Hyménoptères, les Lépidoptères et les Diptères, tandis qu'il est caché par les élytres (sauf le *scutellum* = écusson), chez les Coléoptères, lorsque ceux-ci sont fermés.

3 Métathorax. — Le métathorax constitue la dernière subdivision thoracique ; il fait suite au mésothorax et porte, en dessous, la troisième paire de pattes ; en dessus, les ailes de la deuxième paire lorsqu'elles existent. Ses dimensions sont variables, et correspondent au développement plus ou moins grand des ailes inférieures ; cependant il est preque toujours moins développé que le métathorax. A son maximum de complication, il offre à étudier les mêmes pièces que les anneaux précédents ; mais toutefois, dans sa partie tergale, ce sont presque toujours le *scutum* et le *scutellum* qui sont les plus visibles.

Chez les Libellulides, la partie postérieure du métathorax présente toujours une particularité bizarre ; elle est échancrée en forme d'X, par suite de la soudure de deux pièces à peu près symétriques : le scutellum et le postscutellum ; la même particularité s'observe d'ailleurs au mésothorax (Fig. 29).

Quant au *postscutellum*, il est généralement indistinct

et soudé au scutellum ; cependant on peut l'observer facilement chez la plupart des Névroptères (*Libellulides*) et chez les Diptères.

Les pleures métathoraciques sont souvent utilisées dans la classification, surtout chez les Coléoptères et les Orthoptères.

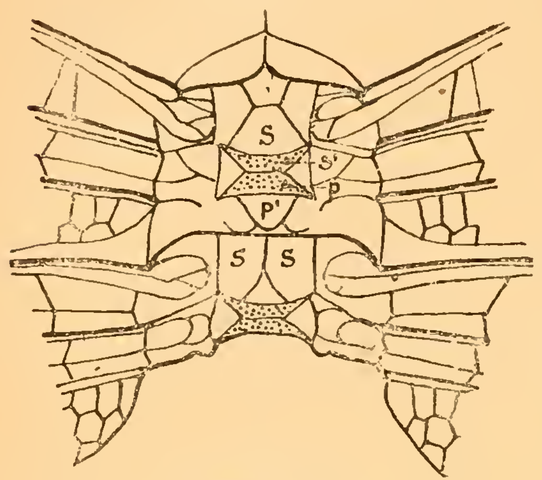


Fig. 29. — Structure du métathorax chez *Æschna cyacea* (Névropt.) (imité de Woodworth).

Les dimensions du métathorax sont toujours, comme nous l'avons dit, en rapport avec le développement des ailes ; elles diminuent à mesure que la seconde paire prend de moins en moins part au vol.

Constitution spéciale du thorax chez certains Hyménoptères. — La composition normale du thorax, telle que nous venons de la décrire, présente une variation très remarquable chez certains Hyménoptères, principalement chez ceux qui sont pourvus d'une tarière ou d'un aiguillon : ici le thorax présente quatre anneaux au lieu de trois, comme c'est la règle. Cette disposition curieuse est due à ce fait que, au moment de la transformation de la larve en nymphe, le segment basal de l'abdomen perd sa forme ordinaire et vient s'unir étroitement avec le métathorax (Fig. 30 p.).

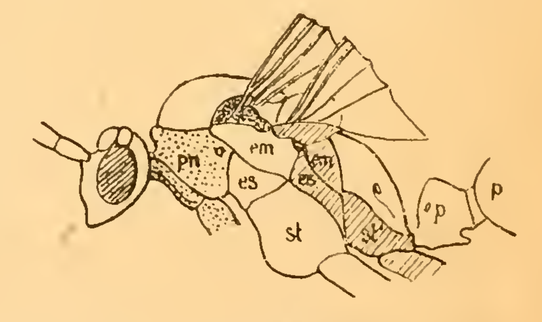


Fig. 30. — Le métathorax des Hyménoptères *p*, segment médiaire (d'après G. Emery).

Latreille, à qui cette particularité n'avait point échappé, avait donné à ce quatrième anneau thoracique le nom de *segment médiaire*.

Chez les Hyménoptères phytophages, le premier segment abdominal ne prend aucune part à la constitution du thorax ; la disposition typique se trouve donc conservée.

II. APPENDICES DU THORAX
(PATTES ET AILES)

Technique. — Pour l'étude des pattes prendre le *Carabe doré* et le *Dytique.* — Pour les ailes, prendre le *Hanneton*, le *Papillon blanc* du chou ou un Orthoptère de grande taille (*Locusta viridissima*).

C'est sur le thorax que sont fixés les organes de la locomotion : en dessous, les trois paires de pattes, organes adaptés à la marche ou à la natation ; en dessus, les deux paires d'ailes (*une seule paire chez les Diptères*), organes de la locomotion aérienne.

1° Pattes — Les pattes sont au nombre de six chez tous les Insectes, d'où le nom d'Hexapodes, qui leur a été donné par de Blainville.

Les pattes sont disposées par paires; chacune d'elles est reçue dans une cavité (*cavité coxale*) formée par les pièces pleurales et le sternite correspondant. Chaque patte est formée de cinq segments mobiles, à l'intérieur desquels se trouvent des muscles, des trachées et des nerfs. Ces cinq segments, dont la grandeur et la forme varient suivant les groupes que l'on considère, sont, de la base vers l'extrémité libre : la *hanche*, le *trochanter*, la *cuisse*, la *jambe* et le *tarse.* Ce dernier se compose lui-même d'articles en nombre variable et se termine généralement par deux griffes recourbées (Fig. 31).

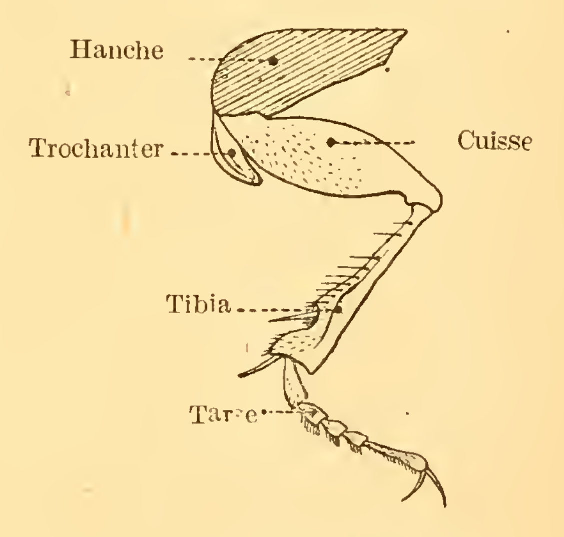


Fig. 31. — Patte d'un Coléoptère carabique, *Chlœnius velutinus.*

Hanche. — La hanche ou *coxa* est une pièce courte, enchâssée dans le *prothorax* pour la première paire de pattes, dans le *mésothorax* pour la paire moyenne et dans le *métathorax* pour la paire postérieure. La forme de la hanche est variable ; il en est de même pour son mode d'articulation qui est identique pour les deux dernières paires de pattes, mais qui est presque toujours différent pour la paire antérieure.

Il est, en général, facile d'établir l'homologie entre les différentes régions de la patte des Insectes et celle des Crustacés ; on voit alors que la hanche correspond au coxopodite.

Trochanter. — Le trochanter, quelquefois peu développé, correspond au *basipodite* des Crustacés ; c'est un petit article presque toujours sphérique ou ovoïde, très court, sur lequel la patte peut tourner dans tous les sens.

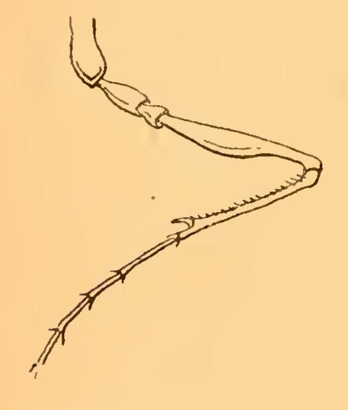


Fig. 32. — Une patte d'Ichneumonide *Ephialtes manifestator* (imité de KOLBE).

Par une exception remarquable le trochanter est double chez un grand nombre d'Hyménoptères parasites (*Ichneumonides*) (Fig. 32). Chez les Insectes marcheurs, comme les Coléoptères, le trochanter des pattes postérieures quitte, petit à petit, la position qu'il a normalement dans l'axe de la patte, et vient se placer latéralement à la base de la cuisse. Dans ces conditions, cet organe paraît avoir perdu sa fonction ; c'est un article devenu inutile (Fig. 31).

Cuisse. — La cuisse ou *fémur* est le troisième segment de la patte ; cette pièce varie beaucoup dans sa forme et dans ses dimensions ; morphologiquement, elle cor-

respond au premier article de l'endopodite des Crustacés.

La cuisse est remarquable, tantôt par sa longueur, comme chez les Sauterelles et les Criquets (*Orthoptères*), tantôt par sa grosseur, comme chez les Altises et les Orchestès (*Coléoptères*), qui sautent avec facilité. Elle est souvent, de plus, ornée de pointes, d'épines, de membranes, de raînures ou d'arêtes plus ou moins saillantes, que l'on utilise dans la classification.

Jambe. — La jambe ou *tibia* est la quatrième partie de la patte, celle qui correspond au deuxième article de l'endopodite. Elle est placée entre le tarse et la cuisse et présente presque autant de variations que le fémur, dont elle a généralement la longueur et la solidité.

La conformation de la jambe varie à l'infini suivant ses usages ; elle est courte, aplatie avec son bord antérieur dentelé chez les Insectes fouisseurs (*Courtilière*, *Scarabée*, etc.) ; elle est plus ou moins richement garnie de cils dans les Insectes nageurs (*Dytiques*, *Notonectes*) ; son bord externe est garni de brosses ou poils rigides chez un grand nombre d'Hyménoptères (*Abeilles*) ; on y remarque même des épines mobiles chez les Hydrophilides.

Tarse. — Le tarse, qui correspond au reste de l'endopodite, est la partie la plus importante de la patte au point de vue de la classification ; toutefois, il n'est guère utilisé que dans l'ordre des Coléoptères (1).

Le tarse est formé de plusieurs segments ou *phalanges*, dont le nombre varie de un (*Poduridés*) à cinq (*Blattidés*), (*Hanneton*, *Libellule*) ; il n'y a aucune règle fixe à ce sujet lorsqu'on considère l'ensemble des Insectes ; le

(1) Houlbert (C.) 2. *Miscell. entomol.* T. III., p. 8-27.

dernier segment tarsal porte, en outre, deux griffes recourbées.

De même que pour les autres parties de la patte, la conformation des articles des tarses est toujours en rapport avec les mœurs de l'espèce. Ainsi, les Insectes dont les pattes postérieures présentent une grande longueur, sautent plutôt qu'ils ne marchent (*Locustaires*, *Acridiens*) ; chez les Dytiques et les Gyrins, excellents nageurs, les tarses sont aplatis et ciliés, ils fonctionnent comme des rames. Chez ceux qui peuvent marcher sur la surface lisse des vitres, comme les mouches, on observe, sur l'avant-dernier article, deux ventouses qui favorisent l'adhérence.

Enfin, on connaît aussi des Insectes chez lesquels les pattes antérieures, très réduites et repliées contre le thorax, ne servent plus à la marche ; elles échappent alors très facilement à l'observation, de sorte qu'au premier abord on se croirait en présence d'Insectes pourvus de quatre pattes seulement. Plusieurs papillons diurnes, qui ne marchent presque jamais, sont dans ce cas (*Vanesse*, *Nymphalidés*, etc.).

Le dernier segment tarsal, ainsi que nous l'avons dit, est très fréquemment terminé par une paire de crochets mobiles (*ongles*) ; on observe, en outre, entre les ongles, un petit appendice ayant souvent l'aspect d'une palette ou d'un petit coussinet ; les auteurs ont donné un grand nombre de noms à ce petit appendice ; nous le désignerons simplement sous le nom de *plantule* ; certains pensent que la plantule n'est autre chose qu'un sixième segment tarsal atrophié (Fig. 33).

En général, les Insectes utilisent les épines ou les poils de leurs pattes pour le nettoyage de leur tête, de leurs

antennes, de leurs palpes ou de leurs ailes. Tout le monde a pu voir les brosses délicates avec lesquelles les Abeilles se nettoyent les yeux, lorsque ceux-ci se trouvent recouverts par la poussière ou par le pollen des fleurs.

2° **Ailes.** — Les ailes des Insectes sont constituées par deux replis membraneux de la peau, soutenus, à l'intérieur, par des nervures chitineuses plus ou moins solides. Elles sont portées, comme les pattes, par les pièces du thorax, mais ne sont nullement, comme on pourrait le croire, les homologues des membres articulés.

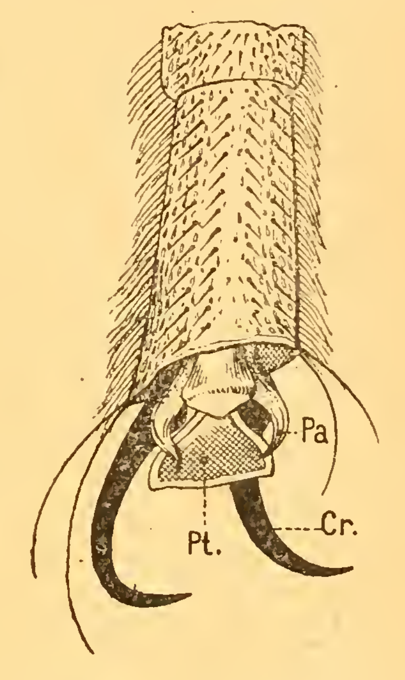


Fig. 33. — Patte de Castnie (lépidopt.) vue de côté pour montrer la plantule. Pt. (Orig. × 45).

Lorsqu'il n'y a qu'une paire d'ailes, comme chez les *Diptères*, elles prennent naissance sur le mésothorax, ou plus exactement, sur le scutum mésothoracique (Voir p. 63) ; s'il y en a deux paires, comme chez tous les autres Insectes ailés, les premières naissent sur le mésothorax et les autres sur le métathorax. Jamais, chez les Insectes actuels, le prothorax ne porte d'appendices en dessus (1).

La présence ou l'absence des ailes, leur nombre, leur forme, leurs dimensions relatives, les différentes manières dont elles se replient, ont fourni des caractères de première importance à la classification.

(1) Beaucoup d'Insectes primitifs, parmi ceux qui vivaient dans les temps primaires, étaient, au contraire, pourvus de trois paires d'ailes (voir p. 277) ; la paire antérieure était alors fixée sur le pronotum.

On a donné le nom d'Aptères aux Insectes qui n'ont pas d'ailes du tout, comme les Poux ; mais il est bien probable que ce groupe rentre dans un ordre plus étendu, dont il n'est, sans doute, qu'un rameau dégradé par le parasitisme.

Tous les Insectes qui ont deux ailes, comme les Mouches, les Cousins, les Tipules, forment l'ordre des Diptères. Ceux qui ont quatre ailes, comme les Hannetons, les Abeilles, les Libellules, les Papillons, pourraient être rangés sous la dénomination générale de *Tétraptères.*

Parmi les Tétraptères, les uns ont des ailes semblables, sensiblement égales, et parcourues par des nervures innombrables, comme les Libellules : on leur donne le nom de *Névroptères.* Mais, si les ailes sont couvertes d'écailles, se détachant comme une fine poussière, au moindre contact, on a l'ordre des *Lépidoptères* (Papillons).

Chez d'autres, tels que les Cynips, les Guêpes, les Abeilles, les quatre ailes ont encore le même aspect et la même structure, seulement les nervures sont moins apparentes et beaucoup moins nombreuses que chez les Névroptères ; de plus, les ailes supérieures sont toujours plus grandes que les ailes inférieures : ce sont les *Hyménoptères.*

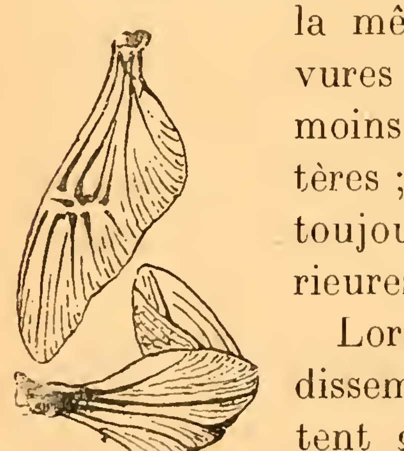


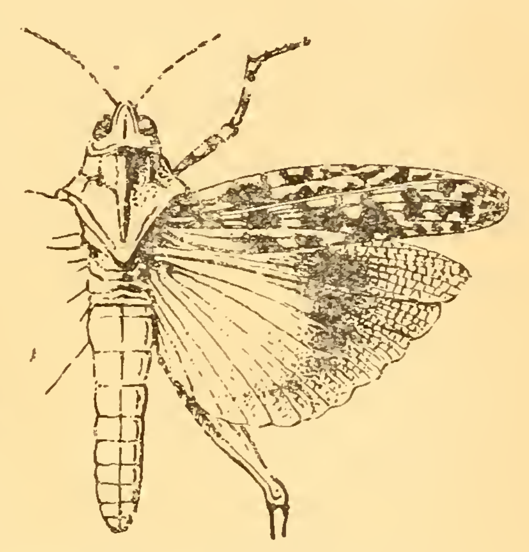
Fig. 34.— Ailes membraneuses du Hanneton.

Lorsque les ailes sont complètement dissemblables, les supérieures s'incrustent généralement d'une substance chitineuse plus ou moins abondante et portent le nom d'*élytres ;* elles recouvrent alors et protègent les ailes inférieures qui restent membraneuses.

Trois cas peuvent se présenter :

1° Si les ailes inférieures se replient transversalement sous les élytres, comme chez les Hannetons (Fig. 34), les Lucanes, etc., on a l'ordre des *Coléoptères*, le mieux connu et peut-être le plus riche de tous.

2° Si les ailes inférieures se replient en long sous les élytres, à la manière d'un éventail, on a l'ordre des *Orthoptères* (Fig. 35).


Fig. 35. — Ailes développées d'un Orthoptère. *Acridium peregrinum.*

3° Enfin, il peut exister une disposition intermédiaire entre ces deux dernières ; les élytres peuvent n'être durs que dans leur région basilaire et rester membraneux à leur extrémité libre; cette conformation est fréquemment réalisée dans l'ordre des *Hémiptères* qui possèdent alors, comme on dit, des hémiélytres.

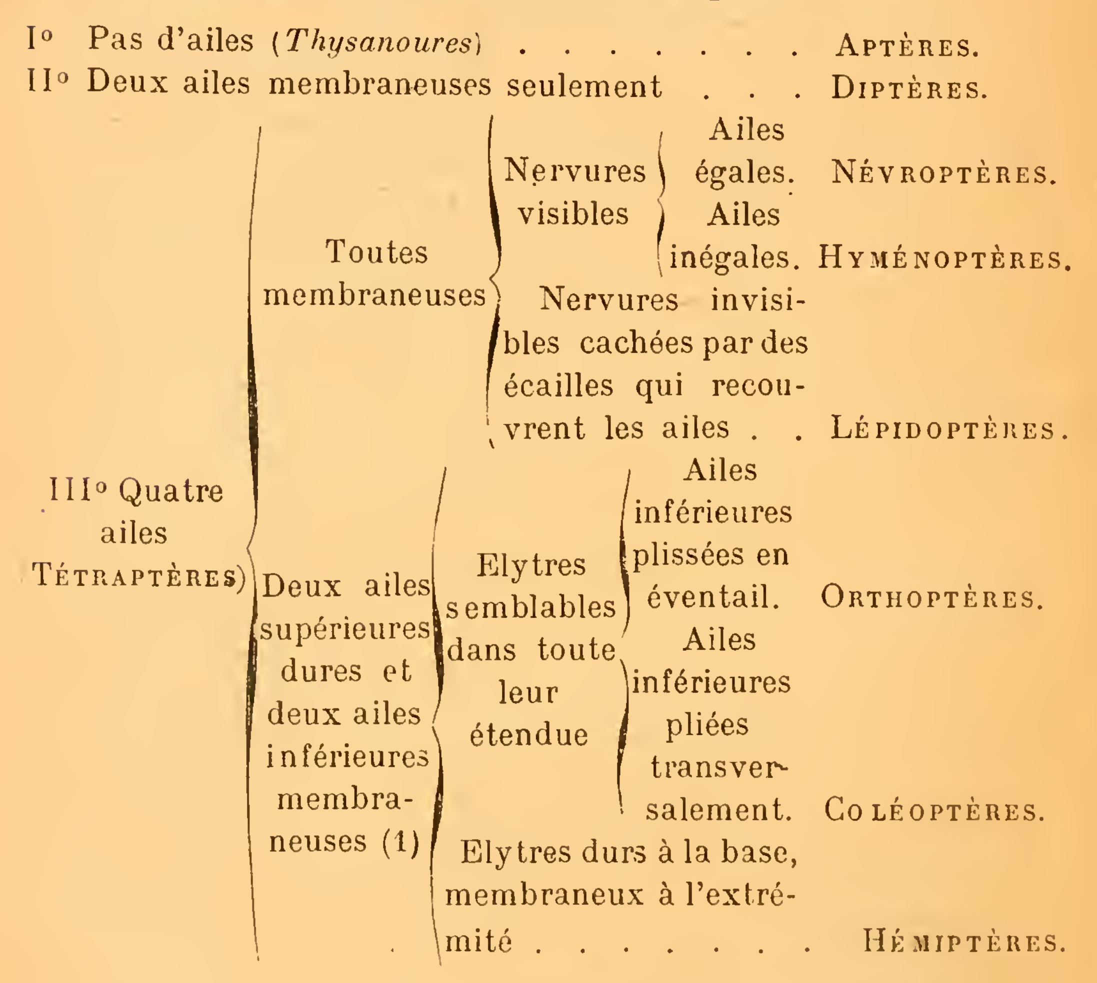
Il convient encore de dire que l'on connaît des Insectes dont les ailes, au lieu d'être formées d'une membrane réticulée, sont lacérées en un grand nombre de rayons semblables à des plumes minuscules (Fig. 36).


Fig. 36. — Ailes dégradées des Lépidoptères (*Ornéodes*).

Cette structure s'observe chez certains Papillons nocturnes, très communs à l'automne dans les prairies humides, et qu'on désigne sous les noms de *Ptérophores* et d'*Ornéodes*. Cette division des ailes est regardée comme une dégradation.

Enfin, quand les ailes postérieures manquent, comme chez les Diptères, on trouve à leur place de petits filets mobiles terminés en massues : tels sont les balanciers des *Mouches* et des *Tipules.*

Classification des Insectes d'après les caractères fournis par les ailes.



I° Pas d'ailes (*Thysanoures*) . . . . APTÈRES.

II° Deux ailes membraneuses seulement . . . DIPTÈRES.

III° Quatre ailes (TÉTRAPTÈRES)
- Toutes membraneuses
  - Nervures visibles
    - Ailes égales. NÉVROPTÈRES.
    - Ailes inégales. HYMÉNOPTÈRES.
  - Nervures invisibles cachées par des écailles qui recouvrent les ailes . . LÉPIDOPTÈRES.
- Deux ailes supérieures dures et deux ailes inférieures membraneuses (1)
  - Elytres semblables dans toute leur étendue
    - Ailes inférieures plissées en éventail. ORTHOPTÈRES.
    - Ailes inférieures pliées transversalement. COLÉOPTÈRES.
  - Elytres durs à la base, membraneux à l'extrémité . . . . HÉMIPTÈRES.

C'est ici le lieu de mentionner certains petits organes très curieux observés dans différents ordres d'Insectes et dont l'origine et les fonctions sont encore très mal connues, nous voulons parler des *paraptères* et des *patagia*.

Paraptères. — On donne ce nom, ou encore ceux de *tegulæ*, *pté-*

(1) Beaucoup de Coléoptères sont privés d'ailes membraneuses sous les élytres ; ceux-ci suffisent à les caractériser. Il existe aussi certains *Névroptères* dont les ailes inférieures sont très petites ou complètement atrophiées (*Ephémères*).

rygodes, *hypoptères*, *épaulettes* ou *squamules*, à deux petites pièces chitineuses, de forme variable, qu'on peut observer sur le mésothorax, à la base des ailes antérieures, dans différents groupes d'Insectes.

Chez les Diptères, ces pièces sont allongées, très étroites et placées le long de la bordure inférieure de l'aile.

Chez les Hyménoptères (Fig. 37), elles prennent généralement l'aspect de deux petites écailles et sont placées au-dessus de l'aile (*p.*). Ces pièces paraissent manquer chez les Coléoptères, les Orthoptères et les Hémiptères.

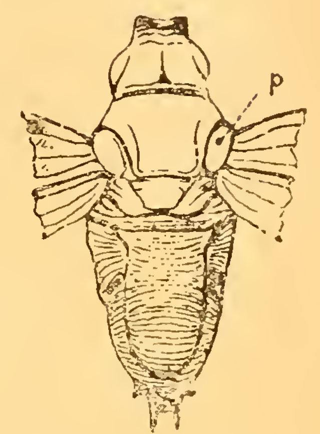


Fig. 37. — Vue dorsale d'un Hyménoptère *Sphex chrysis* (d'ap. SHARP).

Patagia. — Enfin, chez les Lépidoptères on trouve, sur les côtés du prothorax, deux appendices généralement mobiles, de forme ovale et érectiles, ce sont les *patagia* (pt.); dans certains cas, ces appendices deviennent très grands comme chez *Geometra papilionaria* (Fig. 38).

Les auteurs ne sont pas d'accord sur la signification morphologique des patagia. Cholodkowsky a montré que ces écailles sont creuses et remplies par du sang, dans lequel baignent de nombreux rameaux trachéens; il a cru alors pouvoir les considérer comme une paire d'ailes prothoraciques atrophiées. D'autres auteurs ne voient dans les patagia que des dépendances de la base de l'aile antérieure; et, de ce fait qu'on en trouve de semblables, mais plus petits, sur le mésothorax de certains autres Lépidoptères (*Agrotis pronuba*), ils soutiennent alors qu'ils sont seulement les homologues des paraptères. Il nous semble que ces deux opinions ne sont point fondamentalement contradictoires ; si chaque segment peut théoriquement porter des appendices, et cela n'est pas douteux, on peut, en effet, penser que les patagia (du prothorax) sont des ailes atrophiées ; les paraptères (du mésothorax) sont les appendices du *præscutum*, tandis que les ailes véritables seraient ceux du *scutum*.

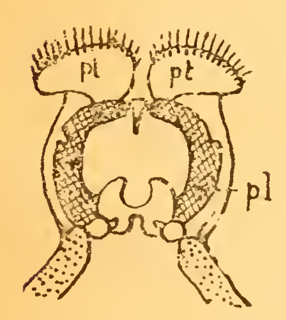


Fig. 38. — Prothorax d'un Lépidoptère (d'après CHOLODKOWSKY). *pl.* pleures.

Je sais bien que PACKARD n'admet point une origine segmentaire

pour les mésotergites ; selon lui, ces pièces ne sont que le résultat de la différenciation des ailes, puisqu'elles sont très réduites ou même effacées chez les Insectes aptères. Nous ne méconnaissons pas la valeur de cette objection ; toutefois, si le scutum porte des appendices, nous ne voyons pourquoi on refuserait d'admettre qu'il puisse en naître également sur le prœscutum.

Normalement, les ailes s'articulent toujours avec le deuxième tergite méso- ou métathoracique (*scutum*) ; mais, dans un but de consolidation, le scutellum peut aussi quelquefois prendre part à l'articulation ; Audouin a donné le nom d'*épidèmes d'articulation* (1) aux petites pièces solides qui servent à réunir la base de l'aile aux parois du thorax et qui donnent ainsi à l'articulation toute la flexibilité qu'exigent les mouvements des ailes.

Balanciers des Diptères. — La signification morphologique des balanciers des Diptères sera discutée dans le volume de l'E.S. qui traitera de ces Insectes. Tous les auteurs paraissent maintenant d'accord pour les considérer comme des ailes modifiées ; mais malgré l'opinion de Jacquelin du Val (2), leur position véritable, sur le troisième segment thoracique ou sur le premier segment abdominal, n'a jamais été clairement élucidée (Fig. 39).



Fig. 39. — Un diptère (*Tipule*) vu de côté, pour montrer les balanciers.

Outre l'importante articulation des ailes avec le thorax, il convient encore de faire raemarquer que, dans certains groupes d'Insectes, surtout chez les Insectes bons voiliers, les deux paires d'ailes présentent encore, entre elles, des modes d'union particuliers. Ainsi, par exemple, chez un grand nombre d'Hyménoptères, les ailes postérieures, sont en quelque sorte accrochées aux ailes antérieuses à l'aide d'un nombre variable de petits harpons,

(1) D'autres auteurs (*Chabrier, Jurine*) préfèrent le nom d'*osselets*.

(2) JACQUELIN DU VAL (C). — *Genera* p. XC, vol. I.

nommés *hamuli*. Dans les Lépidoptères hétérocères (1), on trouve une disposition réalisant le même résultat, mais par un autre mécanisme ; ici il existe, en effet, à la base des ailes postérieures, une sorte de soie rigide (*frein*) qui s'engage dans une coulisse de l'aile supérieure (2).

Ces dispositions curieuses, reliant ainsi les ailes postérieures aux ailes antérieures, tendent incontestablement à rendre leurs mouvements synchrones, à donner ainsi, à la rame aérienne, une plus grande surface et, par suite, à rendre le vol plus soutenu et plus puissant.

(1) Nocturnes et Crépusculaires. Cette disposition, ne se rencontrant jamais chez les Rhopalocères (*diurnes*), permet de distinguer immédiatement les deux groupes.

(2) Morphologiquement parlant, ce crin n'est autre chose que la nervure costale qui s'est dégagée de la partie antérieure des ailes secondes. Nous verrons la conséquence de cette adaptation, lorsque nous étudierons la nervation des ailes chez les Lépidoptères.

CHAPITRE V

LA NERVATION DES AILES

TECHNIQUE. — Pour lire ce chapitre avec fruit, il sera bon de se procurer un *Phyrgane*, une *Libellule*, une *Blatte* et une *Mouche*; les divers groupes de nervures sont faciles à distinguer sur les ailes de ces Insectes.

Pour étudier la structure des nervures sur une coupe transversale, il faut s'adresser aux élytres des *Orthoptères*.

1° LA NAISSANCE DES PREMIÈRES NERVURES

Les nervures sont des tubes ou des baguettes de chitine, placées entre les deux membranes alaires et destinées à donner une plus grande rigidité aux rames aériennes que sont les ailes. Suivant leur grosseur et leur direction, mais surtout suivant leur mode de développement, on doit, d'après les récents travaux de C. W. Woodworth, distinguer trois espèces de nervures.

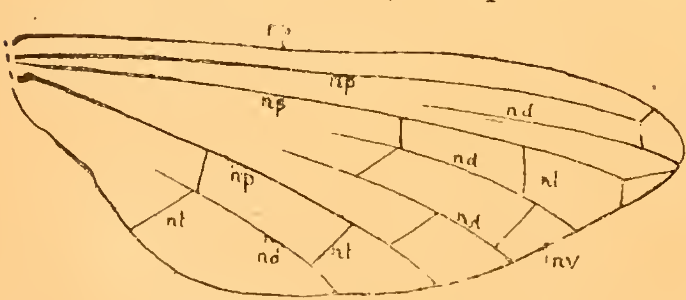


Fig. 40. — Une aile théorique (schéma d'après les idées de WOODWORTH).

1° Les *nervures principales* (np.) (primaires) : ce sont celles qui partent de la base de l'aile, et s'avancent plus ou moins loin *vers le sommet* (Fig. 40).

2° Les *nervures indépendantes* naissent entre les prin-

cipales sur le bord de l'aile (nd.), surtout vers son extrémité libre, et s'avancent plus ou moins loin *vers la base* (Fig. 40).

3° Enfin, les *nervures transverses* partent à angle droit des précédentes (nt.) et les relient dans toute l'étendue de l'aile (Fig. 40).

Bien entendu, par suite de l'accroissement de la surface alaire, un certain nombre de ces dernières peuvent perdre leur position primitive et devenir plus ou moins obliques. Dans certains cas, leur nombre peut augmenter (*Névroptères*), dans d'autres, il peut diminuer (*Hyménoptères*), de sorte qu'une multitude de combinaisons peuvent être réalisées, suivant les différents groupes d'Insectes et suivant les exigences de la locomotion aérienne.

Il ne saurait plus être question aujourd'hui, comme l'ont fait jusqu'ici presque tous les entomologistes, d'admettre un plan commun de la nervation alaire chez tous les Insectes ; les interprétations si diverses des auteurs, en ce qui concerne l'homologation des nervures, montrent suffisamment que ce plan n'existe pas.

Il n'y a qu'une chose, dont l'existence soit certaine, c'est le besoin, pour chaque Insecte, de réaliser un appareil de locomotion aussi exactement adapté que possible aux conditions de son existence.

Si, pour les Insectes d'un même groupe, vivant dans le même milieu, ce besoin a créé des ressemblances, il n'y a là rien qui puisse surprendre un naturaliste ; que ces caractères, une fois acquis, puissent se transmettre héréditairement, cela est encore très naturel ; mais rien de plus ne doit être cherché dans les aspects si variés de la nervation des ailes. Ne voit-on pas à chaque ins-

tant, dans un même ordre d'Insectes, des dispositions s'éloignant notablement du type le plus fréquemment réalisé.

Nous ne pouvons pas nous étendre davantage sur ce sujet ; mais, dans les volumes spéciaux de cette collection, on étudiera les curieuses variations dont la nervation alaire est susceptible, en essayant toujours de donner à ces variations l'explication rationnelle qui leur convient.

Nous nous bornerons à dire ici que, si l'on veut cependant étudier comparativement les différents types de nervation — en tenant compte des réserves que nous venons de faire — on peut diviser les Insectes en trois groupes : les *Neuroptères*, les *Elytroptères* et les *Néoptères*.

1° *Neuroptères*. — L'étendue du groupe des Neuroptères doit s'entendre ici dans le sens linnéen ; on doit y faire rentrer toutes les anciennes formes fossiles désignées sous le nom de *Palæodictyoptères* par Scudder. Il comprend ainsi tous les Insectes primitifs où il y a prédominance des nervures primaires, avec riche développement du réseau transversal (Fig. 41).

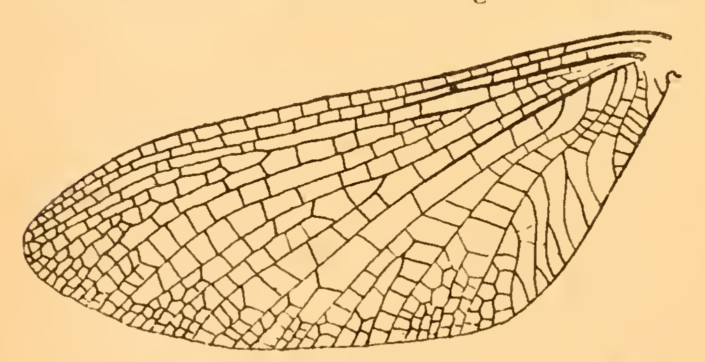


Fig. 41.— Une aile d'Ephéméride (*Hexagenia bilineata*), pour montrer la richesse du réseau transversal (d'après WOODWORTH).

2° *Elytroptères*. — Incontestablement, le groupe des Élytroptères n'est pas naturel au point de vue systématique, en ce sens qu'il n'y a aucun motif de croire à des relations de parenté entre *tous* les groupes rassemblés sous cette dénomination.

Le nom choisi exprime seulement que les ailes antérieures, toujours plus ou moins incrustées de chitine, présentent une tendance à la

disparition des nervures. Ce groupe comprend les Orthoptères (inclus *Blattidés* et *Forficulidés*), les Hémiptères (malgré l'importante exception des homoptères), et les Coléoptères.

3° *Néoptères.* — Les Néoptères, comprenant les Hyménoptères, les Lépidoptères et les Diptères actuels, forment un groupement assez naturel, mais dont les relations sont difficiles à saisir, si l'on ne remonte pas jusqu'à leurs ancêtres neuroptériques (Fig. 42).

Vraisemblablement, aucun représentant de ce phylum n'a vécu pendant l'ère paléozoïque ; la nervation des ailes, dans les trois ordres, est caractérisée par le nombre relativement petit des nervures. Toutes les veines transversales sont spécialisées, c'est pourquoi elles sont devenues presque aussi constantes et aussi importantes que les veines longitudinales.

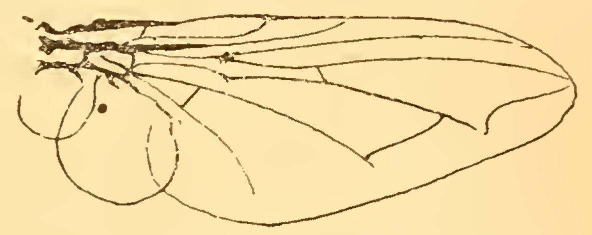


Fig. 42. — Aile de la Mouche commune (d'après WOODWORTH).

Quelles sont maintenant les causes qui ont amené ces différences de conformation ? Étudions d'abord, avec M. Woodworth, l'évolution de la réticulation alaire ; ensuite, il nous suffira de considérer quelques adaptations secondaires, pour voir toutes les variations s'expliquer d'elles-mêmes.

2° Evolution et classification des nervures

Nervures principales. — L'observation des ailes aux premiers stades de leur développement, ainsi que l'étude des types ailés les plus inférieurs, montrent que la première nervure qui apparaît est la *nervure marginale* (Fig. 43), qui semble résulter d'une simple modification des cellules de la bordure de l'aile.

Premier stade. — Cette nervure marginale (n.m.) n'est pas également développée sur tout le pourtour de l'aile ; presque toujours aussi, elle est plus épaisse sur la bordure antérieure que sur la bordure postérieure ; souvent même elle est entièrement absente dans la région distale de l'aile.

Deuxième stade. — Une deuxième nervure, ontogenétiquement beaucoup plus importante que la marginale, est celle que Woodworth désigne sous le nom de *nervure primaire* (n.p.) ; en général, cette

nervure, toujours la plus forte des veines présentes, naît dans le tiers antérieur de l'aile (Fig. 43). Chez certains Phasmides cependant, la nervure primaire paraît rejetée tout à fait en arrière, à cause du développement exagéré de la partie antérieure de l'aile.

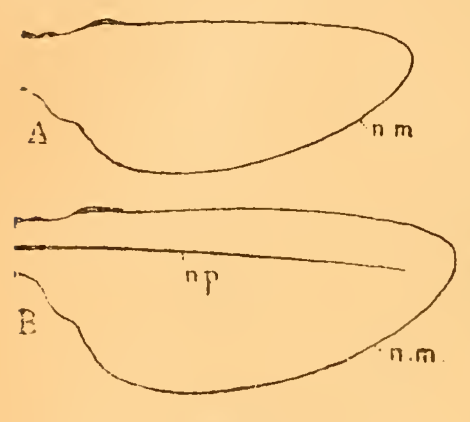


Fig. 43. — Marche du développement des nervures d'après la théorie de Woodworth. A, premier stade ; B. deuxième stade.

La position typique de la nervure primaire est déterminée, cela se conçoit, par les conditions mécaniques du vol, surtout par ce fait que le plus grand axe de l'aile représente une ligne de moindre résistance, où la membrane se trouve par conséquent facile à plier : *le premier pli détermine donc ainsi la position de la première veine*, et nous verrons cette règle se poursuivre tout le temps, dans le cours de l'évolution du réseau alaire.

Quelle que soit la complication ultérieure de la nervation, la prééminence de la nervure primaire reste toujours très marquée. C'est donc cette veine qui doit servir de point de repère principal dans l'étude de la nervation et dans la recherche des homologies, parce quelle est la plus ancienne, la plus importante, la moins variable et la plus facile à reconnaître de toutes les nervures longitudinales.

La nervure primaire peut être simple ou richement ramifiée (*Blattidés*). Pour les ailes de faible étendue, la rigidité de la membrane est suffisamment assurée par la nervure primaire et ses ramifications ; mais, lorsque la surface de l'aile s'accroît, les premières nervures ne suffisent plus à consolider la membrane ; aussi voit-on de suite se produire un accroissement corrélatif du réseau veineux. On peut évidemment citer quelques exceptions à cette règle, mais elles sont rares.

Troisième stade. — Deux autres séries de nervures partent également de la base de l'aile et se développent aussi de très bonne heure *en avant et en arrière* de la nervure primaire. D'après leur position, ces groupes de nervures sont désignés sous les noms de *nervures antérieures* (na) et de *nervures postérieures* (ns) Fig. 44).

Chez la plupart des Insectes, on ne trouve qu'une seule veine antérieure ; elle cesse de bonne heure d'être en relation avec la paroi du corps et s'accole simplement à la base de la nervure primaire.

Sauf chez les Orthoptères de la subdivision des Blattidés, la nervure antérieure est, en général, peu ramifiée.

En arrière de la nervure primaire, toutes les *veines postérieures* (à l'exception de la marginale), ne prennent aucune part à l'articulation de l'aile.

Si la *nervure primaire* et la *nervure antérieure* sont presque toujours très faciles à distinguer, il n'en est pas toujours de même, dans la pratique, pour les veines postérieures, à cause des liaisons qu'elles contractent avec les nervures indépendantes ou avec les transversales.

Nervures indépendantes. — Ces nervures sont ainsi nommées, parce qu'elles n'ont, au début, aucune relation avec les nervures principales ; elles se développent le long de la bordure de l'aile, de sorte qu'on pourrait, dans la majorité des cas, les considérer comme des ramifications internes de la veine marginale.

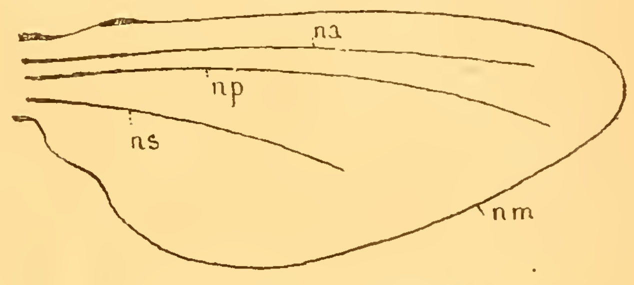


Fig. 44. — Troisième stade du développement des nervures (imité de Woodworth).

Chacune de ces veines indépendantes s'étend vers l'intérieur de l'aile de manière à occuper l'espace vide laissé entre les extrémités des veines principales ; ici encore, c'est la ligne de moindre résistance de la membrane alaire qui fixe la position de ces nervures. Leur nombre n'est pas fixe ; très faible ou nul dans certains Hyménoptères, il est au contraire très grand chez le Éphémérides (Fig. 41).

Nervures transversales. — Les veines transversales ressemblent aux veines indépendantes, tant dans leur constitution que dans leur structure, mais elles en diffèrent complètement par ce fait que l'ordre de leur développement n'est pas fixe ; elles peuvent naître simultanément, ou successivement, dans les divers points de l'aile, suivant que la membrane a besoin d'être consolidée.

En résumé, on voit qu'il est possible d'ébaucher une véritable théorie mécanique de la nervation, au lieu et place des anciens systèmes dont le schéma était arbitraire, et surtout à la place de celui qui considérait les nervures comme les vestiges d'un ancien réseau trachéen. Dans cette théorie moderne, l'utilité des nervures pour le vol est le facteur primordial ; ce sont exclusivement des motifs

d'adaptation qui règlent leur développement, leur nombre et leur caractère ; alors, les diverses classes de nervures deviennent déterminées, non plus par leur structure, mais par leur direction et surtout par leur origine.

D'ailleurs, toutes les nervures, quelle que soit leur importance, se développent de la même façon, suivant les plis de l'aile, et par une *modification sur place* des cellules de la membrane.

Principales adaptations. — Maintenant que nous avons indiqué l'origine du plan primitif de la nervation alaire, plan qui donnera à l'aile son caractère en assurant sa stabilité, il nous faudrait suivre les variations de ce plan dans les différents groupes d'Insectes. Cette étude sera faite en détail dans les volumes suivants de l'*Encyclopédie scientifique* ; nous nous bornerons à indiquer ici quels sont les principaux facteurs de variations qui ont prédominé dans les différents ordres.

En ce qui concerne les causes de la modification du plan primitif que nous venons d'établir, il faut considérer, en premier lieu, deux choses :

1° L'adaptation des ailes antérieures aux fonctions de protection (*élytres*) qui s'observe d'une façon plus ou moins complète chez les Elytroptères (*Coléoptères*, *Orthoptères*, etc., etc.) ;

2° Les liaisons qui peuvent s'établir entre les ailes antérieures et les ailes postérieures et qui obligent, dans une certaine mesure, les deux ailes à se mouvoir en même temps (Voir p. 76).

Sans aucun doute, la disposition la plus ancienne est celle où les deux ailes sont semblables dans leur forme, d'égales dimensions, et complètement libres l'une par rapport à l'autre ; c'est la disposition qui est encore réalisée aujourd'hui par la plupart des Névroptères (Fig. 335).

Au contraire, lorsqu'il existe une liaison quelconque (*Hyménoptères*, *Lépidoptères*), les deux ailes sont toujours inégales et les postérieures généralement beaucoup plus petites que les antérieures ; il n'est pas douteux que ces dernières jouent le rôle principal dans l'acte du vol.

ORIGINE DES AILES

Dans tous les Insectes dont le développement se fait sans métamorphose, les ailes apparaissent, de toute évidence, comme des

expansions hypodermiques des bords latéraux du corps, dans la région du thorax (Fig. 45) (*mésonotum* et *métanotum*).

Comme on peut le voir, les rudiments des ailes sont, pendant longtemps, absolument continus avec le *notum*. Plus tard, pendant la période nymphale, une suture se produit à la base de l'aile, des trachées se développent dans son intérieur, et, finalement, quelques sclérites (*osselets*) se différencient à sa base, servant de point d'attache aux muscles qui doivent la faire mouvoir. Il en résulte, qu'aussitôt après la mue nymphale, les ailes sont en état de fonctionner et de soutenir l'insecte dans l'air.

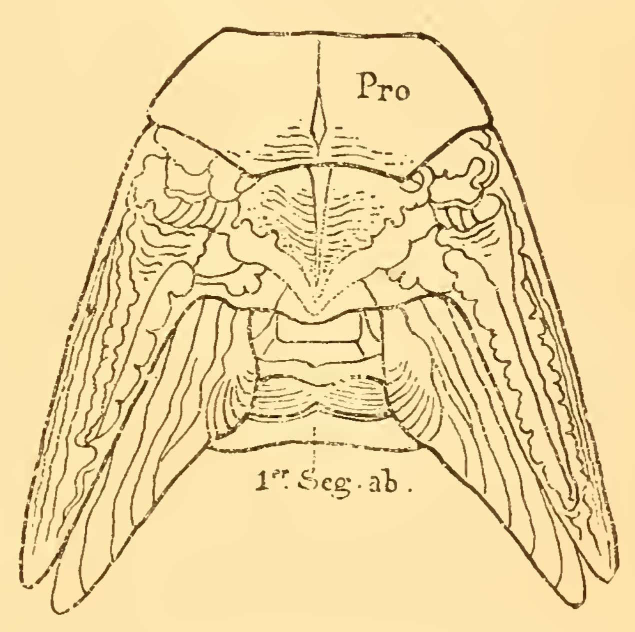


Fig. 45. — Origine des ailes (*Aphrophora permutata* Hémipt.). *Pro*, prothorax (d'après PACKARD).

Munis de ces observations — qui ont été faites dans presque tous les ordres d'Insectes — nous pouvons maintenant chercher à déterminer l'origine morphologique des ailes.

Deux théories principales sont en présence ; la première a été proposée par Gegenbaur. Partant de ce fait, qu'on observe, sur les côtés du corps, dans certaines larves aquatiques de Pseudo-Névroptères (*Ephémérides, Perlides*), des branchies lamelleuses disposées par paires, sur les six ou sept premiers segments abdominaux, Gegenbaur admet que les ailes sont les homologues de ces branchies ; en d'autres termes, par suite d'une adaption aux besoins de la locomotion aérienne, les branchies foliacées de la région thoracique se seraient, petit à petit, transformées en ailes.

De ce fait, dans certaines larves aquatiques, (notamment chez *Cleon dimidiatum*), on observe, en quelque sorte, le passage entre les branchies lamelleuses et les ailes.

La seconde théorie, dont le point de départ a été donné par Fritz-Müller en 1875, admet que, au début, les ailes ne furent autre chose que des duplicatures de la peau, destinées à protéger les parties latérales du thorax, et de fait, ces expansions, à peine indi-

quées chez les *Campodès*, faiblement développées chez *Japyx*, sont, au contraire, déjà nettes et très riches en trachées, sur les trois anneaux thoraciques des *Lépismes*. Ce sont ces lames, simplement protectrices à l'origine, qui se seraient différenciées plus tard, de manière à fonctionner comme des organes de la locomotion aérienne.

La théorie de Gegenbaur est très séduisante à première vue, et beaucoup d'excellents naturalistes hésitent encore à l'abandonner. En ce qui me concerne cependant, il ne me coûte nullement de dire qu'elle me paraît inacceptable, parce que les trachées sont essentiellement des organes de respiration aérienne ; tout Insecte pourvu de trachées ne peut descendre que d'ancêtres aériens ; les larves des Ephémérides ne sont donc devenues aquatiques que par suite d'une adaptation secondaire. Les ailes et les branchies lamelleuses sont bien des organes homologues, mais les premières ne dérivent pas des secondes ; ce serait plutôt l'inverse qui serait vrai ; les expansions membraneuses du tergum, déjà riches en trachées, se seraient transformées en branchies lamelleuses chez les larves aquatiques, en ailes chez les Insectes aériens ; cette origine commune explique aussi pourquoi ces deux sortes d'organes coexistent chez certaines larves d'Ephémérides (*Cleon*).

CHAPITRE VI

L'ABDOMEN ET SES APPENDICES

Technique. — La structure de l'abdomen et de ses appendices devra être étudiée sur des Orthoptères de grande taille (*Locusta viridissima* ou *Decticus verrucivorus*). Les cerques sont bien développés chez les *Perce-Oreilles*.

I. — **Abdomen des Insectes.** — L'abdomen comprend toute la partie du corps située en arrière du thorax ; il est, en général, plus volumineux que les autres régions, parce qu'il renferme les organes de la nutrition et de la génération.

L'abdomen est toujours nettement métamérisé ; les anneaux qui le composent s'emboîtent les uns dans les autres, parce que leur diamètre diminue à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité postérieure.

Sauf quelques rares exceptions (voir p. 90), l'abdomen des adultes ne porte ni pattes, ni ailes ; aussi, la constitution de ses anneaux est-elle toujours beaucoup plus simple que celle des parties correspondantes du thorax ; chaque anneau de l'abdomen n'est formé que de deux sclérites (1), l'un correspondant au demi-anneau

(1) Pour abréger le langage, Packard a désigné sous le nom d'*urosome*, l'abdomen de tous les animaux articulés. Dans ces conditions, les sclérites seront désignés, suivant leur position, sous les noms d'*urotergites* et d'*urosternites*. Chaque segment, dans son ensemble, est un uromère. Nous emploierons quelquefois ces expressions.

supérieur (*urotergite*), l'autre constituant le demi-anneau inférieur (*urosternite*) (Fig. 46).

Quoi qu'il en soit, c'est généralement sur la membrane molle qui réunit latéralement les sternites et les tergites que viennent s'ouvrir les *stigmates*, c'est-à-dire les petites ouvertures qui laissent pénétrer, à l'intérieur du corps, l'air nécessaire à la respiration.

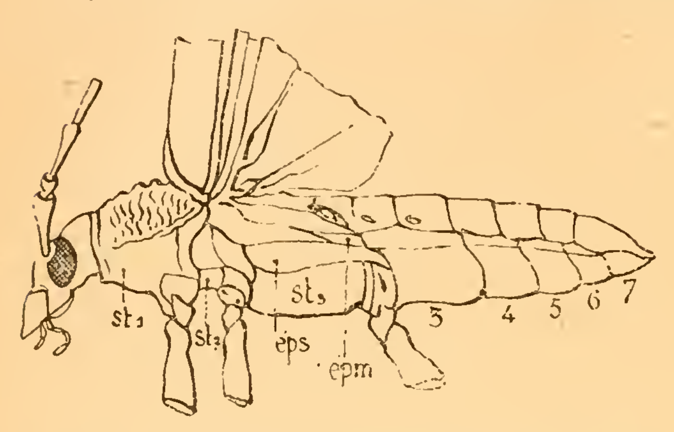


Fig. 46. — Un Coléoptère vu de côté (*Cerambyx cerdo*) st_1, st_2, st_3, les trois régions sternales du thorax ; *éps*, épisterne ; *épm*, épimère ; 3, 4, 5, 6, 7, les cinq anneaux de l'abdomen visibles en dessous. (D'après KOLBE).

Typiquement, chez les Insectes adultes, le nombre des segments abdominaux paraît être de dix ; mais ce nombre est sujet à variation, par suite des réductions qui peuvent se produire, soit à la partie antérieure, soit le plus souvent, à la partie postérieure du corps.

Chez un certain nombre d'Insectes, la partie inférieure des premiers anneaux abdominaux est tellement refoulée par le métasternum, qu'elle disparaît complètement ; les premiers uromères ne se trouvent donc plus constitués que par le demi-anneau supérieur (*urotergite*) ; c'est là la raison pour laquelle on ne compte souvent (ex. : *Coléoptères*) que six à sept segments visibles à la partie inférieure de l'abdomen, tandis que la face supérieure en laisse voir sept à huit (ex. : *Hanneton*) et même davantage (Fig. 47).

La base de l'abdomen est, en général, largement articulée avec la face postérieure du thorax ; cependant, chez un grand nombre

d'Hyménoptères, l'abdomen est rattaché au thorax par un filet très grêle désigné sous le nom de *pédoncule*.

C'est dans la partie postérieure de l'abdomen que se produisent les plus grandes modifications des uromères ; ces modifications affectent surtout le dernier segment qui, en s'adaptant aux fonctions de reproduction, arrive à former un ensemble de pièces qu'on a désigné sous le nom d'*armure génitale*.

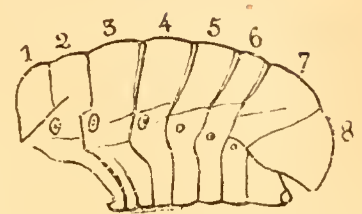


Fig. 47. — Abdomen vu de côté, pour montrer la réduction des urosternites (*Xylotrupes Gideon*. Coléopt. (d'après KOLBE).

Quelle que soit la forme qu'il affecte, le dernier segment *visible* de l'abdomen est fréquemment désigné sous le nom de *pygidium*.

II. — **Appendices de l'abdomen.** — L'abdomen ne présente, dans la plupart des cas, aucun appendice ; il n'en est cependant pas toujours ainsi ; et, chez un certain nombre d'Insectes appartenant à la famille des Thysanoures, on trouve, sur les côtés des arceaux inférieurs, des appendices que l'on peut considérer comme des membres abdominaux atrophiés. Dans les autres groupes d'Insectes, on trouve encore des appendices analogues chez un certain nombre de larves, mais ils disparaissent généralement chez l'adulte.

La présence des membres abdominaux est considérée comme la persistance d'un caractère ancestral ; et, du fait qu'on l'observe surtout chez les embryons et chez les Insectes les plus inférieurs (*Campodea*, *Machilis*), cela indique, à n'en pas douter, que les ancêtres des Hexapodes devaient être pourvus de membres abdominaux (Fig. 48-49).

Enfin, tout à fait à la partie postérieure du corps, on trouve des filets ou des lames étroites, paraissant

sortir de l'ouverture anale. Suivant leur structure et surtout suivant leur origine, on désigne ces appendices sous les noms de *stylets* ou de *cerques*.

Nous allons examiner succinctement ces différents appendices.

Fig. 48. — Appendices abdominaux d'un Campodé (d'ap. VAYSSIÈRE)

1° — MEMBRES ABDOMINAUX DES THYSANOURES. — Si nous examinons la face inférieure de l'abdomen chez *Campodea staphylinus*, curieuse espèce de Thysanoure habitant la vase humide, on trouvera, sur le premier segment, une paire de pattes très courtes et vaguement articulées (*p.*). Sur les sept anneaux qui suivent, les appendices sont toujours présents, mais ce ne sont plus que des styles mobiles, non segmentés ; en dedans, à leur base, se trouve une poche membraneuse dévaginable (*sc.*), pouvant faire saillie au dehors sous l'aspect d'un petit mamelon (Fig. 48).

Sur le 9e anneau, les appendices manquent, mais les membranes dévaginables persistent. Enfin, sur le dixième anneau, on trouve deux longs filaments articulés, ce sont les *cerques* (Fig. 48).

Fig. 49. — Appendices abdominaux du Machile (d'ap. VAYSSIÈRE).

Une disposition analogue s'observe chez *Japyx gigas*, avec cette différence que tous les segments de l'abdomen sont dépourvus de sacs ventraux à l'exception du deuxième; mais les stylets existent, comme chez *Campodea*, sur tous les anneaux jusqu'au huitième inclus. Le dixième se termine par deux forts appendices analogues à la pince des Forficule ; ce sont là évidemment des cerques modifiés.

Enfin, on pourrait peut-être encore rapprocher des sacs membraneux des Campodès, les curieux tubes saltatoires des Collemboles. D'ailleurs, la comparaison de tous ces organes (*sacs membraneux* et *stylets*) avec la disposition analogue qui existe chez certains Myria-

podes, *Scolopendrella immaculata*, par exemple, permet de se rendre compte que ce sont là, sans aucun doute, des restes d'organes appartenant aux articles coxaux des membres disparus.

2° — STYLES ET CERQUES CHEZ LES AUTRES INSECTES. — On désigne sous le nom de *styles*, des appendices que l'on rencontre chez un certain nombre d'Insectes. Ce sont des filaments mobiles, presque toujours recouverts de poils mais non segmentés. De ce fait qu'ils s'insèrent toujours au bord postérieur du neuvième urosternite (*Orthoptères* et *Hyménoptères*), ou, par exception, sur le bord du septième (certains Coléoptères : *Hydrophilus*), on admet qu'ils équivalent, morphologiquement, aux stylets abdominaux des Thysanoures (Fig. 50).

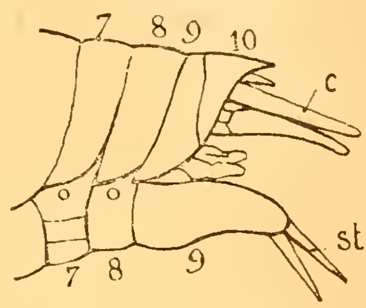


Fig. 50. — Région terminale de l'abdomen d'un Orthoptère, *Decticus verrucivorus*, *st*, styles ; *c*, cerques. (D'ap. KOLBE)

Quant aux *cerques*, ce sont des appendices plus ou moins longs, portés par le dixième ou par le onzième sternite ; les auteurs ne sont pas d'accord à ce sujet.

Il est probable que les cerques sont des styles modifiés, et adaptés à des fonctions spéciales ; c'est l'opinion d'Heymons. Quoi qu'il en soit, dans la plupart des cas, on ne possède aucun renseignement sur le rôle de ces organes. Ce qui est certain, c'est qu'ils sont tout à fait distincts des pièces de l'armure génitale, avec lesquelles on serait parfois tenté de les confondre.

CHAPITRE VII

ORNEMENTATION ÉT ARMATURE DES TÉGUMENTS

TECHNIQUE. — Prendre le *Hanneton* et sa larve (*Ver blanc*) ; le *Papillon blanc* du Chou et sa Chenille ; la Chenille velue d'un *Bombycidé* quelconque.

La cuticule solide qui revêt le corps des Insectes, constitue un appareil de protection très efficace, lorsqu'elle est suffisamment chitinisée, c'est ce qui a lieu, le plus souvent, chez les adultes. Dans ce cas, les téguments peuvent être lisses, brillants (*Colépotères*, *Névroptères*, *Orthoptères*, simplement ponctués ou granulés. Lorsqu'on y observe des tubercules, des épines ou des cornes, ce sont, ou des organes de défense (*Lucanides*), ou des caractères sexuels secondaires (*Dynastides*).

Le corps reste nu chez les larves qui vivent en parasites à l'intérieur des végétaux. Inaccessibles à leurs ennemis, et protégées contre le froid ou la dessiccation par le milieu même où elle ont trouvé un abri (1), ces larves n'ont pas besoin d'un appareil protecteur spécial ; aussi leur corps reste-t-il généralement très mou, et c'est à peine si l'on observe quelques soies ou quelques tubercules servant à favoriser les déplacements. Ces larves meurent très vite lorsqu'elles sont extraites de

(1) A n'importe quelle période de leur existence, les Insectes craignent plus la dessiccation que le froid.

leur milieu naturel (ex. : *Anthonome* ; larves lignicoles des *Cérambycides* ; mineuses des feuilles, etc.)

Il en est de même des larves qui vivent en terre, à une profondeur assez grande (*Hanneton*, *Ver-gris*) ; mais on observe que celles qui vivent dans le sol, à une faible profondeur (5 à 10 centimètres, ex. : *Ver-fil-de-fer*, larves de *Carabiques*), possèdent une carapace déjà passablement résistante, et, de plus, garnie de poils ou de tubercules.

Il y a toujours, comme on le voit, une corrélation très nette entre la vestiture de l'Insecte et le milieu où il vit.

Certaines régions du corps, particulièrement les pattes, sont garnies de poils rigides et de soies formant de véritables brosses, pour les soins de propreté : tels sont, par exemple chez les Abeilles, les cils rigides qui garnissent les jambes et qui leur servent à enlever le pollen tombé sur leurs yeux.

Pour le moment, nous allons nous occuper uniquement de l'armature protectrice ou ornementale du corps, c'est-à-dire des *poils*, des *écailles* et des *glandes cutanées*.

1° Poils et leurs principales adaptations.— Quelle que soit leur forme, les poils ne sont autre chose que des prolongements creux de la *cuticule primaire* ; ils doivent leur origine à une cellule hypodermique (Fig. 52 *e*.) généralement pyriforme et plus grande que les autres ; cette cellule, désignée sous le nom de *trichogène* par Graber, donne un prolongement protoplasmique qui passe dans un canal de la cuticule secondaire et arrive ainsi dans l'axe du poil de façon à le nourrir.

Les poils naissent, soit au sommet d'un petit tubercule, soit dans une dépression des téguments en forme de fossette annulaire ; généralement les poils sont souples et flexibles, alors ils se conservent bien à la surface du corps ; mais, s'ils sont très incrustés de chitine, ils deviennent cassants et tombent au premier frottement.

Modifications des Poils. — Les poils sont le plus souvent simples ; on en rencontre cependant quelquefois qui sont ramifiés ou plumeux, comme par exemple chez les larves de certains Dermestidés (*Anthrenus*, *Dermestes*) et des Coccinellides (*Epilachna*, *Cassida*). Lorsque les poils sont allongés et rigides, ils prennent le nom de soies ; s'ils sont massifs et très solides, ils constituent les épines.

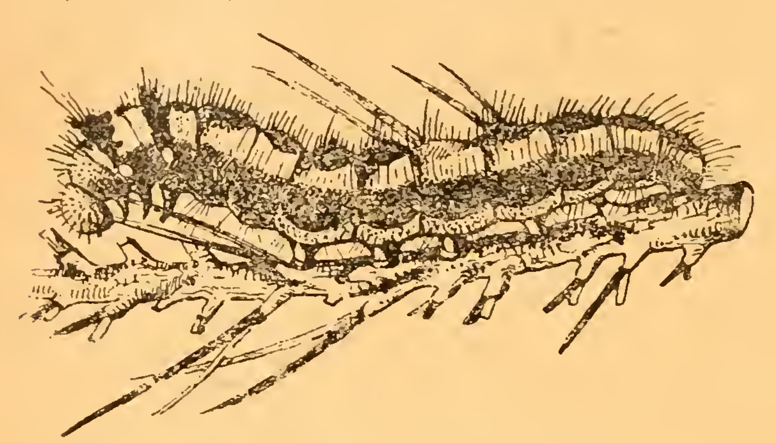


Fig. 51. — Chenille du *Lasiocampa pini*, couverte de poils urticants.

Poils glanduleux. — On rencontre, chez certains Insectes, de fines soies tubulaires qui laissent suinter, par leur extrémité, faiblement renflée et probablement percée de pores très fins, un liquide clair, légèrement visqueux. C'est à cette catégorie qu'appartiennent les poils adhésifs qui garnissent les pattes des Mouches, et qui leur permettent de se maintenir sur les surfaces lisses des vitres, ou de marcher, dans une position renversée, au plafond de nos habitations.

Chez un grand nombre de Chenilles appartenant aux familles des *Saturnides* et des *Lasiocampides* (Fig. 51), le corps est revêtu de poils glandulaires sécrétant un liquide urticant (1). Ces poils sont creux; le poison dont ils sont remplis est produit par une grosse cellule hypodermique située à leur base (Fig. 52). Si l'on vient à toucher une de ces Chenilles sans précaution, les poils se brisent en pénétrant dans la peau où ils produisent une douleur cuisante.

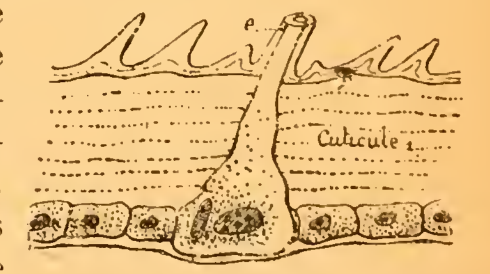


Fig. 52. — Origine des poils urticans (d'après Tower).

Poils tactiles. — Nous étudierons l'organisation de ces poils avec les organes des sens (p. 163).

(1) Urticant se dit des substances qui produisent une irritation rappelant la piqûre des Orties.

2° **Écailles.** — Les écailles, que l'on observe sur les ailes des Papillons, sur le corps des Lépismes et sur les élytres de certains Coléoptères (*Hoplies*), ne sont autre chose que des poils aplatis et modifiés ; et, de fait, on a pu, dans un certain nombre de cas, observer tous les passages (Fig. 53) entre les poils ordinaires, cylindriques et les véritables écailles. Semper a prouvé d'ailleurs (1857), que le développement de ces deux espèces d'organes était absolument identique.

Il y a certains groupes d'Insectes où la présence des écailles est générale et absolument caractéristique, tels sont, par exemple, les Lépidoptères (1) et les Thysanoures ; d'autres fois, elles ne se rencontrent que dans certains genres, (ex. : *Lixus*, *Ptinus*, pour les Coléoptères, *Culex* pour les Diptères).

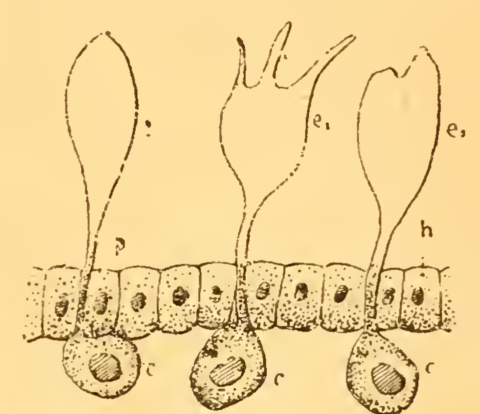


Fig. 53. — Origine des écailles sur l'aile du *Sphinx pinastri* (Kolbe).

Les écailles présentent souvent de très brillantes colorations ; ces couleurs sont dues, évidemment, à des pigments développés dans leur intérieur (*coloration chimique*), mais, très souvent aussi, à des phénomènes de diffraction, comparables à ceux qui donnent naissance aux réseaux en optique.

Nous citerons seulement à ce sujet les magnifiques écailles colorées de l'aile des *Morpho*, qui présentent de si brillants reflets métalliques ; on peut compter, sur certaines de ces écailles, jusqu'à 1.400 stries longitudinales par millimètre.

Développement des écailles. — L'origine et le mode de développement des écailles ont été suivis par Semper en 1857, sur l'aile des *Sphinx* et des *Saturnidés* (2). Il a montré que ces écailles provenaient de certaines grandes cellules hypodermique, de forme ovale (*e*), qui produisaient, au dehors, un prolongement destiné à sécréter la jeune écaille (Fig. 54).

Pour plus de détails sur ce sujet, voir le volume de l'E.S. traitant des Papillons.

(1) Du grec *lepidos* écaille et *ptéron* aile.

(2) Semper (C.). — Beobachtungen über die Bildung der Flügel-Schuppen und Haare bei den Lepidopteren (*Zeitschr. fur Wissensch. Zoologie*). T. VIII. pp. 326-339

3° **Glandes cutanées.** — En plus des éléments hypodermiques qui donnent naissance au revêtement pileux et aux écailles, on trouve encore quelquefois, dans la peau de certains Insectes (*Coléoptères*) de très grandes cellules adaptées aux fonctions sécrétrices : ce sont les *glandes cutanées*, qui produisent un liquide destiné à la défense de l'Insecte. Leydig a signalé depuis longtemps celles qui existent chez les Téléphores et qui répandent l'odeur âcre que l'on perçoit lorsqu'on vient à toucher ces Insectes. C'est à la même cause, très probablement, qu'il faut rapporter l'odeur des Galéruques et de certains Coccinellides; enfin, Plateau a encore fait connaître, sur le prothorax des Dytiscides, des cellules globulaires sécrétant un liquide blanchâtre très fétide.

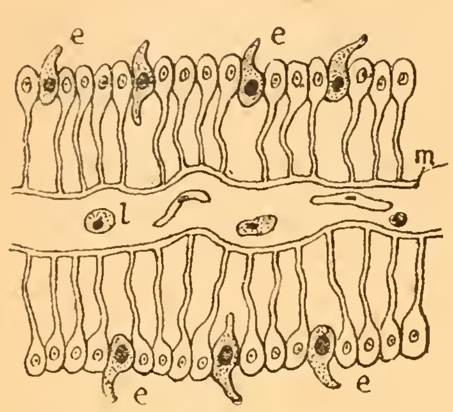


Fig. 54. — Développement des écailles ; *e*, cellules s'allongeant en écailles ; *m*, membrane fondamentale ; *l*, leucocytes. (D'après PACKARD).

Couleur des Insectes. — Cette importante question sera traitée, avec tous les détails qu'elle comporte, dans le volume de l'E.S. consacré aux Coléoptères.

DEUXIÈME PARTIE

Fonctions de Nutrition.

CHAPITRE VIII

L'APPAREIL DIGESTIF ET SES ANNEXES

Technique. — Prendre le *Carabe doré*, un *Dytique* ou la grande *Sauterelle verte* ; après avoir enlevé les ailes et les élytres, inciser les téguments avec des ciseaux à pointe fine, le long de la ligne médiane du dos, jusqu'à la tête. Etaler ensuite le corps de l'Insecte et le fixer avec des épingles sur le fond liégé d'une cuvette à dissection. Recouvrir d'eau afin que les organes flottent et s'étalent bien ; puis, dilacérer avec un scalpel et une aiguille emmanchée, les brides de tissu conjonctif qui maintiennent le tube digestif en place, jusqu'à ce que celui-ci soit bien isolé des organes voisins.

L'appareil digestif des Insectes, comme celui des animaux supérieurs, comprend deux parties principales :

1° Le *tube digestif*, destiné à recevoir les aliments après qu'ils ont été divisés par les mâchoires.

2° Les *organes annexes*, servant à produire les sucs qui doivent effectuer la transformation des aliments.

1° TUBE DIGESTIF.

Le tube digestif est un canal irrégulier, s'étendant de la bouche à l'extrémité de l'abdomen ; l'ouverture

postérieure du tube digestif (*anus*) est toujours située sur le dernier segment abdominal, au-dessous d'une pièce chitineuse de forme variable, qu'on désigne sous le nom de *plaque suranale.* Tantôt court et presque droit (ex. : *Névroptères*) ; tantôt, au contraire, beaucoup plus long que le corps et décrivant de nombreuses circonvolutions, le tube digestif est toujours sensiblement situé dans l'axe de la cavité générale, entre la chaîne nerveuse et le vaisseau dorsal (Fig 55). Il est maintenu en place par des brides fibreuses qui le rattachent, en

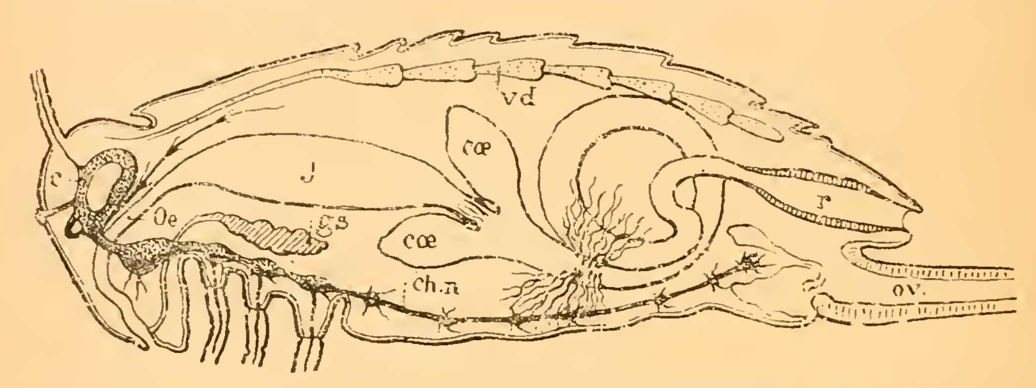


Fig. 55. — Section longitudinale d'un Orthoptère (*Anabrus*), pour montrer la position du tube digestif ; *Oe*, œsophage ; *j*, jabot ; *cœ*, cœcums gastriques ; *r*, rectum ; *ov*, oviscapte ; *vd*, vaisseau dorsal ; *chn*, chaîne nerveuse ; *gs*, glandes salivaires ; *c*, cerveau. (D'après PACKARD).

dessus, à la paroi du corps ; mais, en dessous, il est largement supporté par les nombreuses ramifications qui partent des plus gros troncs trachéens.

La longueur du tube digestif varie, non pas tant, comme on pourrait le croire, avec le régime de l'Insecte, mais, suivant les observations de Newport, d'après la qualité et surtout d'après le degré de digestibilité des aliments consommés.

Considéré dans son ensemble, et principalement chez les Insectes broyeurs, où il paraît atteindre son maximum de complication, le tube digestif peut se diviser

en trois régions bien distinctes, qui sont déjà indiquées dans l'embryon ; ce sont :

1° L'intestin antérieur ou *stomodeum* (1)

2° L'intestin moyen ou *mésenteron.*

3° L'intestin postérieur ou *proctodeum.*

Examinons ces différentes régions sur un *Carabe doré*, insecte facile à se procurer dans tous les pays.

1° L'Intestin antérieur, ou *stomodeum*, résulte d'une invagination ectodermique se produisant à la partie antérieure du corps ; il comprend les parties suivantes, qui font suite à la bouche : le pharynx, l'œsophage, le jabot et le gésier. Le développement de ces deux derniers organes varie beaucoup, suivant le régime alimentaire des Insectes (Fig. 61).

Pharynx. — Le pharynx,qui est renfermé dans la tête, n'est autre chose que la partie antérieure et légèrement dilatée du tube digestif. Il a, en général, la forme d'un entonnoir et sa partie postérieure, quelquefois difficile à délimiter, est garnie de plis longitudinaux.

Chez les Insectes suceurs, Hémiptères, Lépidoptères et Diptères, la région pharyngienne est développée en un large sac membraneux, rattaché aux parois de la tête par des brides musculaires. Ce sac pharyngien est disposé de telle façon que, lorsqu'il se dilate, il se produit un vide à son intérieur et les liquides alimentaires sont aspirés par la trompe de l'Insecte ; au contraire, lorsqu'il se contracte, les aliments sont chassés dans l'œsophage.

C'est dans la région du pharynx que viennent déboucher les glandes salivaires lorsquelles existent (ex.: *Orthoptères*.)

(1) *Stomodeum*, du grec *stoma*, bouche.

Œsophage. — L'œsophage est un tube rectiligne qui fait suite au pharynx et se termine au jabot ; sa longueur varie suivant les espèces.

Jabot. — Le jabot n'est autre chose qu'un renflement de la base de l'œsophage, servant à emmagasiner les aliments ; il doit son nom à ce fait qu'il occupe la même position et remplit probablement les mêmes fonctions que l'organe du même nom chez les Oiseaux (Fig. 61, b).

La forme et les dimensions de ce renflement sont très variables ; le plus souvent il est ovoïde et lisse intérieurement ; mais, lorsqu'il est distendu par les aliments, il peut se trouver déjeté sur le côté ; c'est ce qu'on observe chez les Névroptères du groupe des Hémérobides.

Cette disposition s'accentue chez les Insectes suceurs (*Hémiptères*, *Lépidoptères*) ; le jabot constitue alors une sorte de poche reliée à l'œsophage par un pédoncule rétréci, on l'a alors désigné sous le nom très impropre d'*estomac suceur* (Fig. 56, *J.*). Chez un certain nombre de

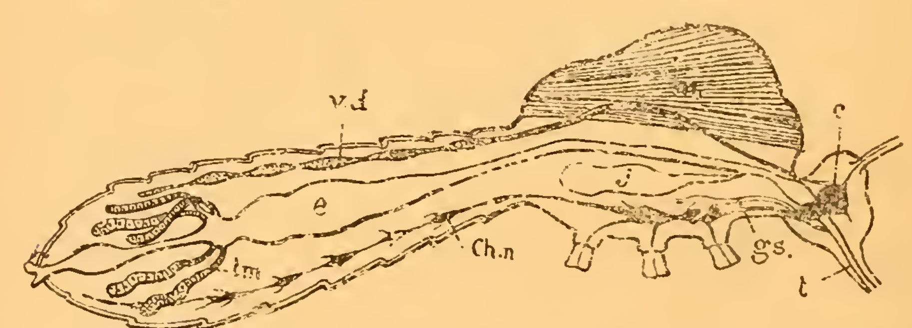


Fig. 56.—Coupe longitudinale du corps d'un Moustique; *e*, estomac *tm*, tubes de Malpighi ; *j*, jabot ; *gs*, glandes salivaires; *t*, trompe ; *chn*, chaîne nerveuse ; *c*, cerveau, (D'après H. POLAILLON).

Coléoptères carnassiers, le jabot est très développé sur le côté ; il porte, en outre, des sillons qui lui donnent un aspect côtelé (ex. : *Carabes*).

Chez les Abeilles, Bourdons, etc., c'est dans le jabot que s'opère la transformation du nectar en miel.

Gésier. — Le gésier, lorsqu'il existe (ex. : *Orthoptères*, *Coléoptères*), vient immédiatement à la suite du jabot ; dans ce cas, il précède toujours l'intestin moyen (Fig. 61, c). ce qui fait qu'on le désigne quelquefois sous le nom de *proventricule* (1).

Comme il est généralement garni, à l'intérieur, de pièces chitineuses dentelées, on l'a longtemps considéré comme un appareil masticateur ; mais Plateau a démontré, en 1873, par une série d'expériences ingénieuses (2), que les aliments qui l'ont traversé se retrouvent dans l'estomac avec la même forme et le même volume. Cet organe n'est donc probablement qu'un appareil valvulaire, destiné à arrêter les aliments jusqu'à ce qu'ils soient bien ramollis par les sucs digestifs.

Le gésier est bien développé chez les Insectes broyeurs, qui se nourrissent de substances relativement dures (*Orthoptères*, *Névroptères*, *Coléoptères*) ; par contre, il l'est beaucoup moins chez ceux qui absorbent des aliments liquides (*Lépidoptères*, *Hémiptères*, etc.).

2° **L'Intestin moyen**, ou *mésenteron*, comprend tout d'abord une région renflée, le plus souvent recouverte de villosités à l'extérieur (Fig. 61, d.) : c'est le *ventricule chylifique*. A la suite vient une deuxième région, s'étendant depuis le ventricule chylifique jusqu'au point d'insertion des tubes de Malpighi. Cette deuxième région, plus ou moins développée selon les Insectes, n'a pas reçu de nom particulier ; on pourrait lui donner le nom de *duodenum*, car son aspect est déjà celui de l'intestin qui lui fait suite.

Au point où commence l'intestin moyen et où finit

1) Parce qu'il précède le *ventricule chylifique*, c'est-à-dire l'intestin moyen.
2) PLATEAU (F.). — *Acad. roy. Belg.* T. XLI, p. 124.

par conséquent, l'intestin antérieur, se trouve un épaississement plissé de la muqueuse formant ce qu'on appelle la *valvule œsophagienne* (Fig. 57), souvent garnie de replis chitineux à son intérieur.

Contrairement à ce que l'on croyait autrefois, le mésenteron est aussi d'origine ectodermique, au moins chez la plupart des Insectes (1); son développement est seulement plus tardif que celui des deux autres parties du tube digestif; il se forme par un processus très intéressant que nous étudierons plus loin (p. 226).

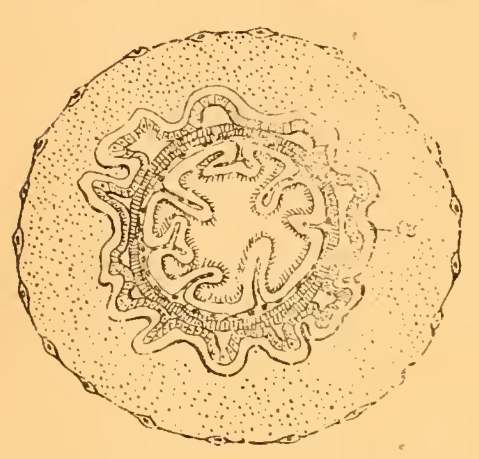


Fig. 57. — Valvule œsophagienne de la Cantharide, coupe transversale; α, membrane basale de l'intestin moyen. (D'ap. BEAUREGARD).

L'intestin moyen joue le rôle principal dans l'acte de la digestion, aussi le compare-t-on volontiers à l'estomac des animaux supérieurs; de fait, c'est dans son intérieur que les aliments subissent les transformations qui les amènent à l'état de chyle.

3° **L'Intestin postérieur,** ou *proctodeum*, est un tube étroit, plus ou moins contourné ; il commence au point d'insertion des tubes de Malpighi et se termine à l'anus. Vers sa base, il porte un renflement ovoïde qui est le *rectum*, tandis que sa partie antérieure rétrécie reçoit le nom d'*iléon*.

L'intestin postérieur doit aussi son origine à une invagination de l'ectoderme se produisant à la partie postérieure du corps. Cette région du tube digestif présente généralement moins de variations que les précédentes ; si l'on y rencontre parfois des dispositions spéciales, ces

(1) Voir les travaux de Lécaillon sur le développement des Chrysomélides.

dispositions sont purement spécifiques, et ne peuvent, sinon en des cas très rares, servir à la classification (Fig. 61, f.).

Rectum. — Le rectum s'ouvre constamment dans un véritable cloaque, au niveau du dernier segment abdominal ; c'est dans son intérieur que viennent déboucher les glandes anales, lorsqu'elles existent (1).

Anatomie du tube digestif.

A part les adaptations spéciales exigées par le régime, la structure et les fonctions du tube digestif paraissent être identiques dans tous les ordres d'Insectes.

Nous nous bornerons donc à rappeler ici les faits anatomiques les plus généraux et à indiquer quelques-unes des particularités des plus intéressantes signalées chez les Insectes.

La paroi du tube intestinal est toujours constituée par trois tuniques, comme chez les animaux supérieurs, une tunique externe ou *péritonéale* de nature conjonctive, extrêmement mince et quelquefois difficile à distinguer : une tunique moyenne, de nature *musculaire* et enfin, une tunique interne (*muqueuse*), de nature épithéliale.

D'après Henneguy, la tunique musculaire possède une structure différente suivant qu'on la considère dans l'intestin antérieur, dans l'intestin moyen ou dans l'intestin postérieur.

Chose remarquable, chez l'homme et les animaux supérieurs, ce sont toujours, comme nous le savons, des fibres musculaires lisses, se contractant lentement et sans l'intervention de la volonté, qui forment, en majeure partie, la tunique moyenne du tube digestif, chez les Insectes, au contraire, cette paroi est entièrement formée de *fibres musculaires striées* (2).

(1) Certains auteurs réservent le nom de *rectum* au tube très court qui fait suite au renflement anal ; c'est une opinion soutenable ; mais ici, avec la majorité des anatomistes, nous donnons ce nom à la partie terminale élargie et fortement musculeuse (*r*) du tube digestif (Fig. 61).

(2) Quelques auteurs y ont, il est vrai, signalé la présence de fibres lisses ; mais ces fibres, lorsqu'elles existent, sont toujours en très petit nombre chez l'adulte, et localisées dans l'intestin moyen ; tandis que, d'après Mingazzini, elles se rencontrent constamment chez les larves.

1° Épithélium de l'intestin antérieur. — Bien qu'elle soit généralement constituée par une seule assise de cellules, l'épaisseur de la tunique interne diffère notablement suivant les diverses régions du tube digestif. Cette tunique est revêtue d'une cuticule dans toute son étendue, et ce fait s'explique facilement, puisque le tube digestif résulte de deux invaginations des téguments externes.

A la limite de l'intestin antérieur et de l'intestin moyen la muqueuse se plisse et s'épaissit fortement ; elle forme ainsi ce qu'on a appelé la *valvule œsophagienne* (1).

Dans certains cas, la valvule œsophagienne s'invagine plus ou moins loin dans l'estomac ; elle forme ainsi une sorte de bec flottant qu'Anton Schneider a désigné sous le nom de *trompe*. Cette disposition a aussi été signalée par Beauregard chez la Cantharide et par Mingazzini chez les larves des Lamellicornes phytophages. Nous donnons ici, d'après Kowalevsky (Fig. 58), un schéma de cette valvule (*v.*) pour montrer la part importante qu'elle prend à la constitution du proventricule (*gésier*).

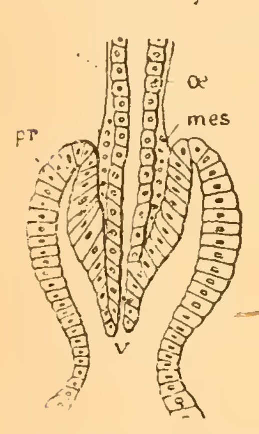


Fig. 58. — Ouverture de la valvule œsophagienne dans le proventricule. (D'après Kowalevski).

Entonnoir. — Il ne faut pas confondre la trompe saillante qui termine l'intestin antérieur avec un autre organe très curieux désigné sous le nom d'*entonnoir*.

L'entonnoir n'est autre chose qu'un repli chitineux, prenant naissance à l'orifice de la valvule œsophagienne (ou de la trompe quand elle existe), et s'étendant dans tout le reste du tube digestif jusqu'à l'anus; ce tube, qui flotte en quelque sorte librement à l'intérieur de la cavité digestive, n'est pas formé par toute la paroi prolongée de l'intestin antérieur, mais uniquement par la couche cuticulaire qui le tapisse; il est donc très mince, et son rôle paraît être de conduire jusqu'à l'anus les particules dures et non digérées des alimenls, afin qu'elles ne puissent, en passant, blesser les cellules épithéliales qui tapissent l'estomac à l'intérieur.

Ce tube chiniteux (*entonnoir*), s'allonge continuellement ; mais comme il se détruit sans cesse à son extrémité postérieure, sa longueur reste invariable ; les parties détruites sont expulsées avec les aliments.

(1) Cette expression doit être préférée à celle de *valvule cardiaque*.

2° Épithélium de l'intestin moyen. — La tunique épithéliale de l'intestin moyen présente une particularité intéressante; elle comprend deux espèces de cellules, les unes très grandes, les autres beaucoup plus petites. Les auteurs ont beaucoup discuté sur la signification de ces deux espèces de cellules ; l'opinion la plus généralement admise aujourd'hui, et qui semble, en effet, la plus probable, est que les petites cellules sont des éléments jeunes destinés à remplacer les grandes cellules au fur et à mesure de leur disparition.

Bizzobero a, en effet, constaté, chez l'Hydrophile, que la membrane épithéliale tombe tous les deux ou trois jours et disparaît ensuite par résorption dans l'intestin ; c'est alors que les petites cellules se multiplient activement de manière à régénérer l'épithélium caduc (1).

Il convient aussi de noter une particularité très importante de la structure du plateau des cellules épithéliales. Cette particuliarité, signalée tout d'abord par Frenzel en 1885, a été confirmée plus tard par Mingazzini chez les larves de Lamellicornes : ce sont des cils vibratiles rigides, à mouvements très lents, et qui paraissent jouer un rôle important dans la progression des aliments. La présence de ces cils n'a rien qui puisse nous surprendre ; c'est là un phénomène d'adaptation comme on en rencontre à chaque instant chez les animaux, et nous ne nous y arrêterions même pas si l'on n'avait toujours jusqu'ici considéré les Arthropodes comme des organismes complètement dépourvus de cils vibratiles. Cette règle, comme on le voit, n'est pas absolue.

3° Épithélium de l'intestin postérieur. — Dans l'intestin postérieur, l'épithélium présente les mêmes caractères que dans l'intestin antérieur ; il n'est formé que d'une seule épaisseur de cellules et porte six replis caractéristiques dont l'existence paraît générale chez les Insectes.

II° Organes annexes du tube digestif

Aux diverses régions du tube digestif sont annexés un certain nombre d'organes qui jouent un rôle plus ou moins important dans la transformation des aliments ou l'épuration de l'organisme, ces organes sont : les *glandes salivaires* pour l'intestin antérieur ;

(1) Ces petites cellules sont de véritables *histoblastes* pour l'épithélium de l'intestin moyen (voir p. 267).

les *cæcums gastriques* pour l'intestin moyen ; les *tubes de Malpighi* et les *glandes anales* pour l'intestin postérieur.

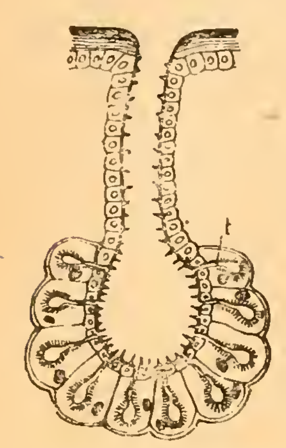


Fig. 59. — Glande acineuse simple ; *t*, tube efférent des cellules glandulaires (d'après BERLESE).

1° Glandes salivaires. — Les glandes salivaires n'existent pas chez tous les Insectes; et, sous ce rapport, ce sont les Coléoptères qui paraissent les plus mal partagés; par contre, elles sont très développées chez les Orthoptères ainsi que dans certains autres ordres. La structure de ces organes est également fort variable; on peut observer les dispositions suivantes :

a) De simples cellules isolées, généralement de grande taille, situées, soit dans la paroi de l'œsophage, soit sur les parties membraneuses de la bouche (*lèvres*) ; chacune de ces cellules possède un prolongement servant de canal excréteur (ex. : Coléoptères).

b) Des tubes simples, tapissés intérieurement par des cellules sécrétantes, et pourvus d'un canal excréteur très court (ex.: Psoques).

c) Des glandes acineuses, comprenant un petit nombre de renflements tapissés par des cellules sécrétantes; chacun de ces renflements possède un canal excréteur propre; mais, le plus souvent, tous ces canaux se réunissent en un conduit commun (ex. : Coccidés) (Fig. 59).

d) Enfin des glandes en grappes, plus ou moins ramifiées, et de tout point analogues à celles des animaux supérieurs (ex. : Orthoptères, Hémiptères) (Fig. 60).

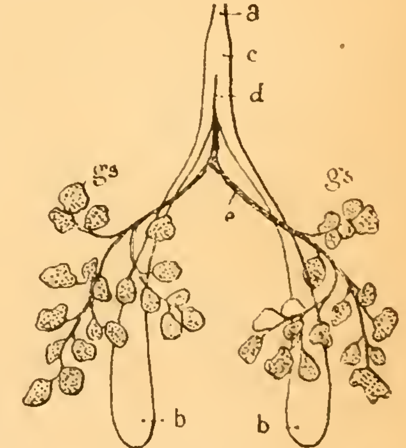


Fig. 60.— Glandes salivaires de la Blatte ; *a*, ouverture de la glande ; *bb*, réservoirs salivaires ; *c*, canal de la glande ; *d*, conduit excréteur commun de la partie acineuse ; *e*, canaux excréteurs ; *gs*, glandes salivaires acineuses (d'après KOLBE).

Chez certains Insectes, les glandes salivaires présentent des adaptations remarquables; ainsi, par exemple, la soie, dont s'entourent les Chenilles des Lépidoptères nocturnes au moment où elles vont se transformer en chrysalides (*cocon*), est un produit des glandes salivaires modifiées : le venin, qu'un certain nombre d'Hémiptères (*Punaises*) et de Diptères (*Moustiques*) dé-

versent dans la blessure quand ils piquent avec leur trompe, est encore un produit ayant même origine.

2° **Cœcums gastriques.** — Les cœcums gastriques (Fig. 61, d.), comme leur nom l'indique, sont de petits tubes aveugles ayant l'aspect de papilles ou de villosités ; ils recouvrent toute la surface extérieure du ventricule chylifique chez les Coléoptères carnassiers et c'est à la présence de ces petits tubes que cet organe doit son aspect velouté. La structure de ces tubes est très simple ; ils ne sont formés que par des évaginations de la muqueuse gastrique ; ils traversent donc purement et simplement la tunique musculaire, qui ne prend aucune part à leur constitution. D'après Léon Dufour, l'illustre anatomiste landais, les cœcums gastriques serviraient à faire passer les aliments digérés et liquides, le chyle en un mot, de l'intérieur du tube digestif dans la cavité générale du corps où se ferait ensuite directement le mélange avec le sang. Ainsi compris, les cœcums gastriques seraient de véritables organes d'absorption analogues aux villosités intestinales (Fig. 61).

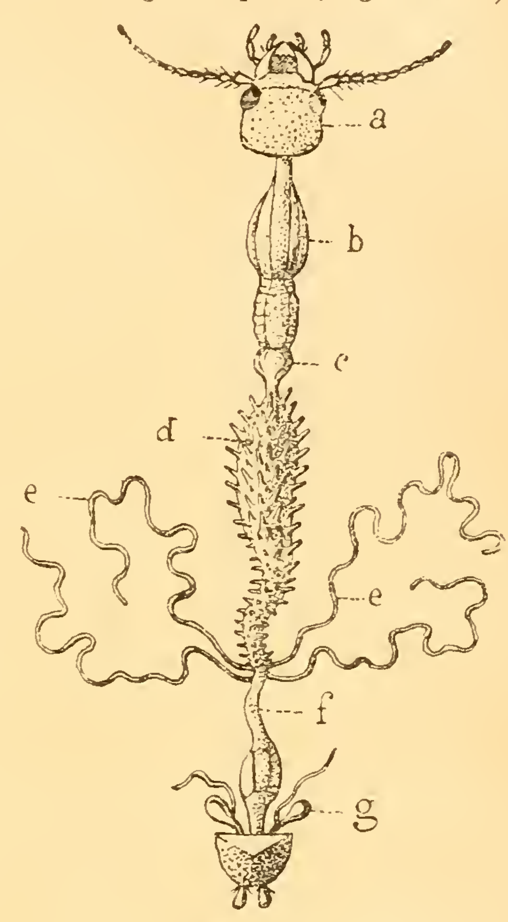


Fig. 61. — Appareil digestif d'un Coléoptère (*Zabrus gibbus*), pour montrer les cœcums gastriques ; *a*, tête ; *b*, jabot ; *c*, gésier ; *d*, ventricule chylifique avec les cœcums gastriques ; *e*, tubes de Malpighé ; *f*, intestin *g*, glandes anales (d'après L. DUFOUR).

Il est d'ailleurs probable que leur rôle est double, car on retrouve, dans leurs parois, les grandes cellules glandulaires dont nous avons parlé précédemment (p. 106).

Il serait désirable que des recherches fussent entreprises en vue d'établir le rôle exact des villosités gastriques. Burmeister, Hope Seyler et Plateau admettent que le liquide sécrété possède des propriétés analogues au suc pancréatique des Vertébrés, ce qui explique pourquoi il est capable d'émulsionner les graisses et de saccharifier l'amidon.

Chose remarquable, ces organes n'ont été rencontrés jusqu'ici que chez les Coléoptères, car on ne peut vraiment pas leur comparer les gros tubes aveugles que l'on observe à l'entrée de l'intestin moyen chez les Orthoptères, et autour desquels la couche musculaire est continue (Fig. 55. cœ.).

3° **Tubes de Malpighi.** — On désigne sous ce nom, en mémoire du célèbre anatomiste italien qui les a le premier découverts, des canaux filiformes, très allongés et très flexueux, naissant généralement au point de jonction de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur. Ces tubes flottent dans la cavité générale ou rampent à la surface du ventricule chylifique ; leur diamètre est généralement le même dans toute leur étendue ; ils s'ouvrent, à leur base, dans l'intestin, mais ils sont fermés à leur extrémité libre (Fig. 61. e.).

Le nombre des tubes de Malpighi est très variable (1) ; ils manquent complètement chez un certain nombre de Collemboles ; mais, à part cette exception, on les rencontre chez tous les autres Insectes.

On en trouve deux chez les Hémiptères et chez un bon nombre de Lépidoptères ; quatre chez les Diptères et les Siphonaptères ; de quatre à six, jamais plus, chez les Coléoptères ; de six à huit chez la plupart des Névroptères ; de cinquante à soixante chez les Odonates, les Perlides et les Éphémères ; plus de cent chez les Orthoptères et les Hyménoptères.

Si le nombre des tubes de Malpighi est, comme on le voit, parfois très grand chez les Insectes adultes, il n'est, par contre, jamais supérieur à six chez les larves.

Structure des tubes de Malpighi. — La structure des tubes de Malpighi diffère notablement de celle des *cæcums gastriques*. Résultant d'invaginations latérales du proctodeum, ils sont, en général, formés d'une couche épithéliale très mince revêtue d'une membrane chitineuse à son intérieur (Fig. 62) ; à l'extérieur, on n'observe pas d'enveloppe musculaire complète, mais seulement un réseau très compliqué de fibres contractiles, ce qui explique les mouvements vermiculaires qu'on a signalés dans certaines espèces.

Fonctions des tubes de Malpighi. — Les tubes de Malpighi sont probablement les seuls organes d'excrétion des Insectes, mais leur rôle a été le sujet de nombreuses discussions.

Les anciens auteurs, considérant qu'ils débouchaient fréquemment

(1) Sauf quelques exceptions très rares (*Culicides* et *Psychoda*), ce nombre est toujours deux ou un multiple de deux.

dans l'intestin, un peu au-dessous du ventricule chylifique, comme le canal cholédoque des Vertébrés supérieurs, leur avaient, vraisemblablement sans autre motif, attribué des fonctions analogues à celles du foie. Cependant, dès 1810, Robiquet avait signalé la présence de l'acide urique dans ces canaux, chez les Cantharides ; mais ce fut Rengger (1817) qui, à la suite des travaux de Brongnatelli, suggéra le premier l'idée que ces organes remplissaient plutôt une fonction d'excrétion analogue à la fonction urinaire ; cette manière de voir fut adoptée en 1836 par Audouin, qui découvrit de véritables calculs dans les canaux du *Lucanus capreolus*.

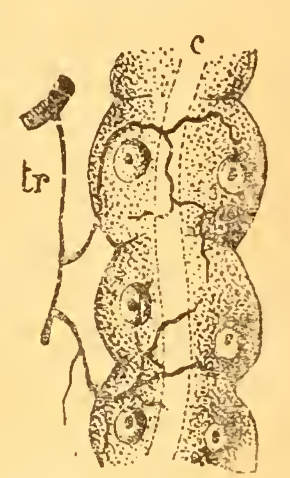


Fig. 62. — Structure d'un tube de Malpighi ; *c'*, canal intérieur; *tr*, trachées (d'ap. GEGENBAUR).

Il est démontré aujourd'hui que la fonction hépatique des tubes de Malpighi était une pure hypothèse ; ces canaux sont des organes urinaires et rien de plus.

En concordance avec la manière de voir des auteurs qui considèrent les tubes de Malpighi comme des organes segmentaires modifiés, Brauer a divisé les Insectes en *oligonéphridés* et *polynéphridés* (1). Les oligonéphridés, où le nombre des tubes varie de deux à vingt, comprennent les Névroptères, les Lépidoptères, les Diptères et les Coléoptères ; aux polynéhpridés (nombre des tubes supérieur à 20) se rattachent les Hyménoptères et les Orthoptères.

Développement des tubes de Malpighi. — D'après Grassi, l'origine des tubes de Malpighi serait des plus curieuses. Leur apparition est très précoce et ils se forment par des invaginations de l'ectoderme en des points où se trouvent de petites fossettes, placées symétriquement, sur les deux ou trois derniers anneaux de l'abdomen.

C'est précisément aussi, à cette même époque de la vie de la larve que le proctodeum prend naissance ; en s'avançant vers l'intérieur du corps, ce canal entraîne les derniers segments abdominaux, qui rentrent, en quelque sorte par télescopage, dans les précédents ; les tubes partent donc du proctodeum au lieu de venir s'y terminer, comme on le croyait autrefois. Cela explique pourquoi les tubes de Malpighi se trouvent toujours fixés à la limite du proctodeum et de

(1) BRAUER (F). — *Systematisch. zool. Studien.* S. B. Akad. Wien. Bd; XCI. 1885.

l'intestin moyen, bien qu'ils aient pris naissance à la partie postérieure du corps.

Les tubes de Malpighi se forment par le même mécanisme que les trachées ; et si l'on remarque, que chez les oligonéphridés tout au moins, leur nombre est toujours égal à celui des derniers anneaux abdominaux privés de stigmates, on arrive facilement à admettre qu'ils ne représentent autre chose que des trachées détournées de leurs fonctions et adaptés à l'épuration de l'organisme ; cela explique aussi pourquoi les tubes de Malpighi sont toujours tapissés à leur intérieur par une cuticule chitineuse.

4° **Glandes anales.** — On désigne sous ce nom des organes de défense de forme variable qu'on rencontre surtout chez les Coléoptères, et qui viennent déboucher près de l'anus, tout à fait à la partie postérieure de l'intestin. Ces glandes ressemblent tout à fait aux glandes salivaires et présentent les mêmes variations.

Le liquide sécrété par ces glandes est projeté au dehors, à volonté par l'Insecte ; comme il a généralement une odeur repoussante et qu'il peut être très corrosif, on comprend sans peine l'efficacité de son rôle défensif. (Pour plus de détails, voir le volume de l'E.S. consacré aux Coléoptères.)

III° Physiologie de la digestion

Bien que, dans leur ensemble, les phénomènes physiologiques soient les mêmes que chez les animaux supérieurs, il ne faudrait pas croire cependant que les différentes parties du tube digestif des Insectes se comportent comme celles qui portent les mêmes noms ches les animaux vertébrés ; il est à peine nécessaire de faire remarquer que la similitude de nom n'implique nullement la similitude de fonctions. On a donné aux diverses parties du tube digestif des Insectes les mêmes noms que chez les Oiseaux, pour ne pas créer des noms nouveaux, mais la structure et la fonction peuvent différer — et diffèrent généralement beaucoup.

Malgré les nombreuses recherches des auteurs, la physiologie de la digestion est encore peu connue chez les Insectes. Tous les liquides sécrétés par le tube digestif sont neutres ou à réaction faiblement alcaline, excepté, paraît-il, dans la partie postérieure de l'intestin moyen. Bien qu'on n'ait pu encore en isoler aucun, ces liquides doivent agir comme de coutume, grâce aux diastases qu'ils renferment.

1° **Digestion salivaire.** — Les aliments subissent l'action de la

salive dans la bouche, dans l'œsophage et probablement aussi dans le jabot, où ils ne séjournent que peu de temps ; ils arrivent ainsi rapidement dans l'estomac en franchissant le gésier. Cet organe (*gésier*) ne broye pas les aliments, mais, grâce aux valvules chitineuses qu'il renferme, il les tamise en quelque sorte de façon à n'admettre, dans l'estomac, qu'une pulpe tellement fine, qu'il est déjà presque impossible de distinguer la nature des substances alimentaires consommées.

D'après Rengger, la salive est un fluide aqueux, incolore ou légèrement opalescent, à réaction alcaline.

Les organes qui la sécrètent (*glandes salivaires*) n'existent, parmi les Insectes broyeurs, que chez ceux qui sont plus ou moins phytophages ; ils manquent complètement dans les espèces carnivores. Chez ces dernières, la salive paraît remplacée par le suc des glandes œsophagiennes et celles du jabot.

Comme chez les animaux supérieurs, la salive agit sur les substances amylacées pour les transformer en dextrine, puis en glucose assimilable.

2° **Digestion stomacale.** — Les expériences de Hope Seyler, de Krukenberg et de Plateau, ont établi que la transformation a surtout lieu dans le ventricule chylifique sous l'action d'un liquide sécrété par les cœcums gastriques. Ce liquide, par son action, se rapprocherait du suc pancréatique, c'est-à-dire qu'il serait à la fois, hydrolisant pour les substances amylacées et peptonisant pour les substances albuminoïdes.

Absorption. — Il n'existe pas d'appareil absorbant spécialisé, à moins que l'estomac, avec ses cœcums gastriques, ne remplisse un double rôle ; c'était là l'opinion de Strauss et de Ramdhor ; il est, en effet, très probable que les substances alimentaires, au fur et à mesure qu'elles sont digérées, passent directement, au travers de la paroi de l'estomac, dans la cavité générale, où elles se mélangent directement au sang.

3° **Digestion intestinale.** — On ne sait que fort peu de chose sur la nature des phénomènes physiologiques dont l'intestin est le siège. Dans certains groupes, au moins, il semble bien que l'absorption se continue et qu'elle ne se fait pas exclusivement au niveau du ventricule chylifique.

CHAPITRE IX

APPAREIL CIRCULATOIRE ET CIRCULATION

Technique. — L'Insecte qui permit à Carus de découvrir la circulation du sang était la larve transparente de l'*Agrion puella* ; mais toutes les larves des Agrionides et des Libellulides peuvent servir. On trouve ces larves, dans les fossés d'eaux claires, au printemps.

On peut, d'une manière générale, utiliser toutes les larves ; mais, les fausses chenilles des Tenthrèdes, à peau nue et transparente, sont très avantageuses.

Le vaisseau dorsal se distingue facilement par les fluctuations auxquelles il est continuellement soumis ; le liquide, contenu dans son intérieur, semble poussé par des mouvements onduleux de la partie postérieure du corps vers la tête.

Historique de la circulation. — On a cru, jusqu'au siècle dernier, que le sang des Insectes était immobile et qu'il baignait simplement les organes à l'intérieur du corps. Bien que Malpighi eût décrit depuis longtemps le vaisseau dorsal de la chenille du Ver à soie, et qu'il ait regardé cet organe comme un véritable cœur, ce fut en 1826 seulement, au congrès de Dresde, que Carus démontra l'existence d'une véritable circulation du sang chez les Insectes. Deux ans plus tard, Strauss-Durkheim fit connaître la structure valvulaire du cœur et ses propriétés contractiles.

Par suite d'un entêtement bizarre, de grands anatomistes, comme Cuvier et Léon Dufour, se refusèrent toujours à admettre la possibilité d'une circulation chez les Insectes ; Marcel de Serres ne voyait autre chose, dans le vaisseau dorsal, que l'organe sécréteur du corps adipeux.

I. — APPAREIL CIRCULATOIRE

L'appareil central de la circulation chez les Insectes est une sorte de muscle creux, en forme de tube allongé, s'étendant, comme un cordon, dans la région supé-

rieure du corps, d'où son nom de *vaisseau dorsal* (Fig. 63, vd.). Le plus souvent, ce tube est légèrement renflé dans sa partie médiane (*cœur*, str. s) et rétréci à ses deux extrémités ; la partie antérieure se prolonge assez loin du côté de la tête, sous forme d'un tube grêle, que l'on désigne sous le nom d'*aorte*; l'aorte est presque toujours simple, mais elle peut cependant se bifurquer en deux courtes branches rappelant ainsi, quoique de très loin, la disposition que l'on rencontre chez les Crustacés.

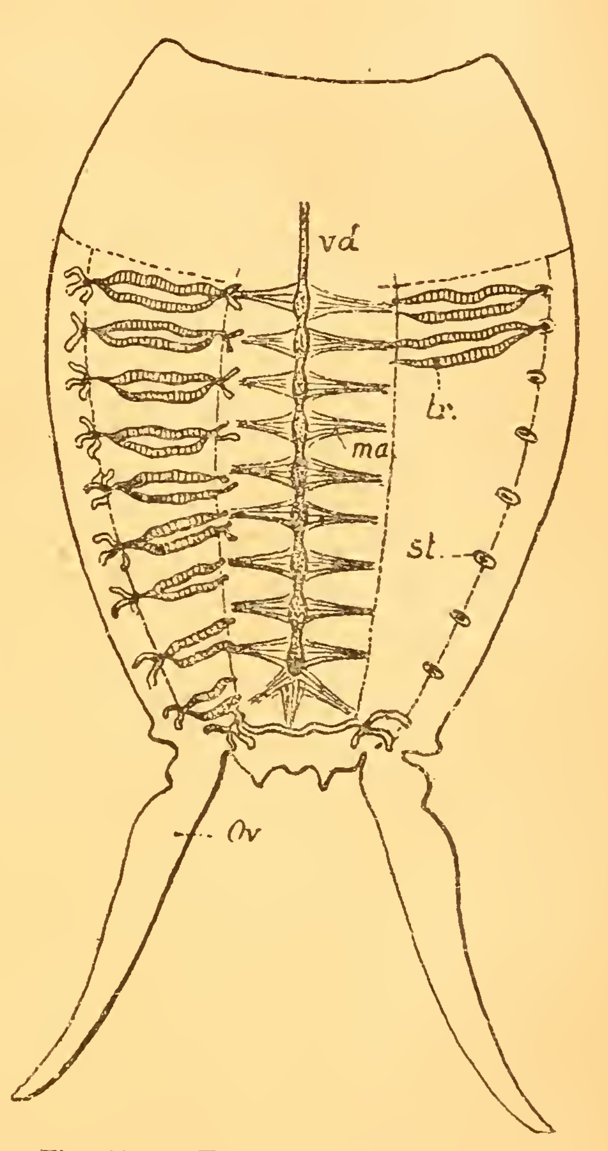


Fig. 63. — Topographie générale des appareils circulatoire et respiratoire chez la *Sauterelle verte* ; *vd*, vaisseau dorsal ; *ma*, muscles aliformes ; *tr*, trachées fasciculeuses ; *st*, stigmates ; *ov*, oviscapte.

1° Vaisseau dorsal. — Le vaisseau dorsal est placé presque immédiatement au-dessus du tube digestif, dont il n'est séparé que par une très mince couche de tissu conjonctif (Fig. 64).

Le corps des Insectes étant, comme on le sait, divisé en trois régions par de très forts étranglements, le vaisseau dorsal suit forcément la courbure des téguments.

Arrivé à la partie antérieure de l'abdomen, on le voit s'infléchir subitement vers le bas pour franchir l'articulation thoraco-abdominale ; il s'abaisse une seconde fois pour passer du thorax dans la tête. En un mot, le trajet du vaisseau dorsal est toujours en rapport avec la forme générale du corps.

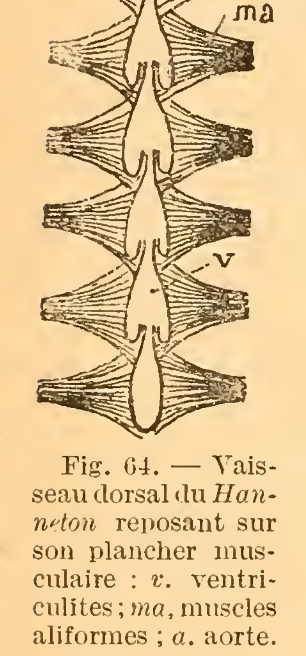


Fig. 64. — Vaisseau dorsal du *Hanneton* reposant sur son plancher musculaire : *v.* ventriculites ; *ma*, muscles aliformes ; *a.* aorte.

Cœur. — 1° Il convient de réserver ce nom à la partie du vaisseau dorsal située dans l'abdomen; cette partie est, en effet, seule contractile; elle est divisée, par des étranglements, en chambre successives (*ventriculites*), chacune correspondant sensiblement à un anneau. Le tube cardiaque est fermé en arrière, et suspendu en quelque sorte au milieu d'une grande lacune sanguine, qu'on désigne sous le nom de *péricarde*; sa division en chambres séparées est réalisée par des replis internes de la paroi musculaire tout entière (Fig. 64.); ces replis forment des valvules et sont disposés de telle manière que le liquide sanguin peut facilement passer d'une chambre à l'autre mais ne peut refluer en arrière; le sang est donc continuellement chassé vers l'avant; finalement, il vient sortir par l'orifice antérieur de l'aorte, pour se répandre librement dans toutes les lacunes de l'organisme. Chaque ventriculite possède de plus, à sa partie postérieure, deux petits orifices valvulaires (*ostioles*) qui le mettent en communication avec la lacune péricardique et qui permettent au sang de repénétrer dans son intérieur (Fig. 65). Le nombre des chambres cardiaques (*ventriculites*) est variable

(7, 8, 9 et même quelquefois 11) ; mais les renseignements que nous possédons sur cette question sont trop peu nombreux pour décider si les différents groupes d'Insectes sont caractérisés sous ce rapport ou s'il existe des variations irrégulières. En ce qui nous concerne, nous avons constamment trouvé neuf ventriculites chez les Locustides (*Orthoptères*), que nous avons étudiés.

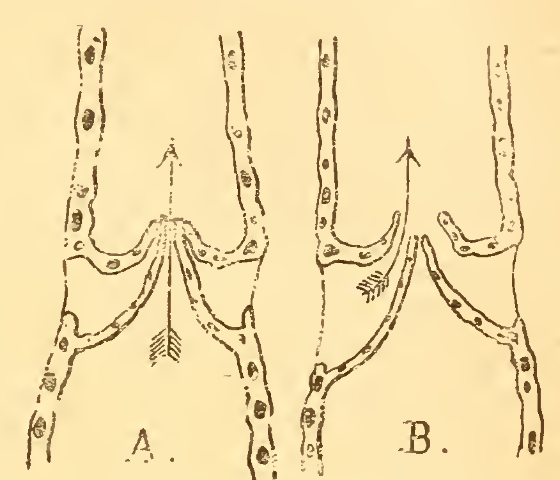


Fig. 65. — Mode de communication des ventriculites. *A*, pendant la systole ; *B*, pendant la diastole (d'après Ch. Janet).

2° Le cœur n'est qu'une partie de l'appareil propulseur du sang; il faut encore tenir compte de la disposition suivante, dont le fonctionnement a été expliqué par Graber.

A la face inférieure du vaisseau dorsal, il existe un plancher de muscles triangulaires (*ailes du cœur*) à raison d'une paire pour chaque ventriculite ; l'extrémité libre de ces faisceaux musculaires est très effilée et va s'attacher, d'autre part, à la paroi solide du corps. L'ensemble de ces *muscles aliformes* constitue une sorte de diaphragme qui limite incomplètement, en dessous, la grande lacune (*péricarde*) dont nous avons parlé ; lorsque ces muscles se contractent le diaphragme s'abaisse (Fig. 66), la cavité péricardique s'agrandit et le sang, provenant des lacunes voisines, passe dans son intérieur ; lorsqu'ils reviennent, au contraire, à la position de repos, le sang, comprimé dans un espace étroit, pénètre dans les compartiments du cœur et se trouve lancé dans l'aorte.

Aorte. — L'appareil circulatoire des Insectes est certainement plus compliqué qu'on ne le décrit habituellement ; et, à notre avis, il y aurait lieu de reprendre complètement cette étude en bien des points.

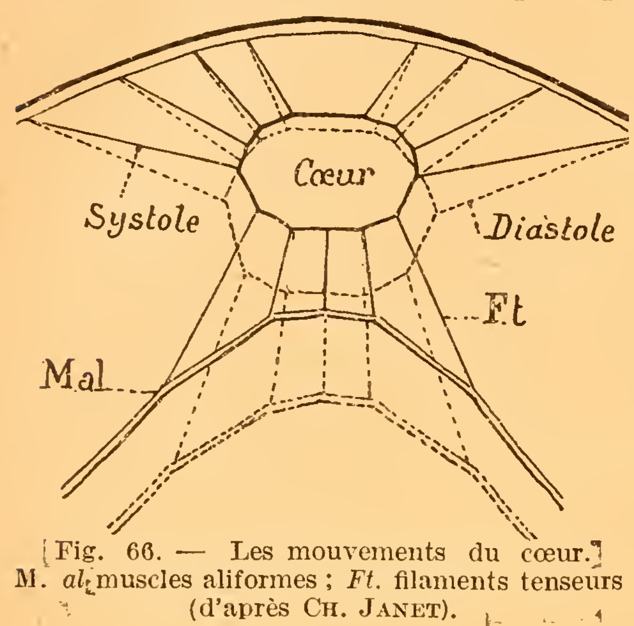


Fig. 66. — Les mouvements du cœur. M. al. muscles aliformes ; *Ft.* filaments tenseurs (d'après Ch. Janet).

Ainsi, par exemple, d'après Newport, chez *Vanessa urticœ*, et probablement chez tous les Lepidoptères, l'aorte, que l'on décrit généralement comme simple, se ramifie tout d'abord en deux grosses branches qui se répandent dans les deux côtés de la tête; chacune de ces branches se divise à son tour en trois rameaux qui se recourbent en arrière, mais qu'il est très difficile de suivre plus loin, en raison de leur extrême ténuité. Même avant le départ de ces deux gros troncs, on en aperçoit deux plus petits qui paraissent se rendre aux parties de la bouche et aux antennes. Lorsqu'elle se ramifie, l'aorte ne se divise jamais qu'à son extrémité; aucune branche latérale ne naît sur ses côtés.

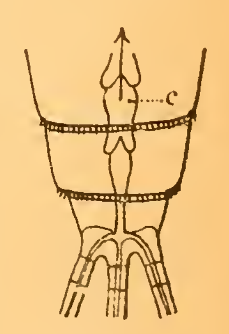


Fig. 67. — Vaisseaux sanguins pénétrant dans les appendices abdominaux.

De véritables vaisseaux sanguins paraissent encore exister dans l'appendice caudal des Ephémérides (*Cloëon dipterum*) (Fig. 67).

Les Insectes ne sont donc pas entièrement dépourvus de vaisseaux sanguins, comme on l'a cru jusqu'ici.

2° Mécanisme de la circulation. — Les contractions du vaisseau dorsal ne me paraissent pas suffisantes pour expliquer le mouvement du sang à l'intérieur du corps des Insectes ; mais il existe encore, chez un certain nombre d'espèces, peut-être chez toutes, une grande lacune ventrale agissant sur le sang à la façon d'un aspirateur

Sinus ventral. — Cette lacune, que l'on peut considérer comme un *sinus ventral*, est placée au-dessus de la chaîne nerveuse et fermée, en dessus, par un diaphragme, semblable à celui qui forme le plancher du péricarde.

Cette disposition curieuse, découverte tout d'abord par Réaumur chez la Mouche commune, fut ensuite retrouvée par Graber chez les Libellules et les Locustides. Au moment de la contraction, la membrane se soulève et le sang afflue dans la lacune ventrale. Les deux sinus (*péricarde* et *sinus ventral*), par suite de leurs mouvements concordants, impriment donc au sang un véritable mouvement circulaire ; cependant nous ne sommes pas en présence d'un appareil circulatoire fermé, car il n'existe pas de vaisseaux complets (*veines*) pour ramener le sang vers le cœur ; ce sont les mouvements du corps et les contractions des organes, qui repoussent ce liquide vers la cavité péricardique.

Organes pulsatiles des jambes. — Les Hémiptères du groupe des Népides présentent une particularité qui jusqu'ici, à ma connaissance du moins, n'a encore été signalée chez aucun autre Insecte.

On observe, en effet, dans les tibias des trois paires de pattes, immédiatement au-dessous de leur articulation avec le fémur, un système d'organes pulsatiles très curieux. Ces organes, qui ont été observés pour la première fois par Behn en 1835, ont la forme de fuseaux allongés (*whip-like*), ils sont rattachés aux téguments de la patte par de longues fibres prolongeant leurs extrémités ; leur

rôle paraît être d'aider la circulation, qui doit être, en effet, très gênée aux articulations : ce sont donc des sortes de cœurs en relais, spécialement affectés à la nutrition des pattes.

Exceptionnellement, ches les *Ranatres*, l'organe pulsatile des jambes antérieures est situé à l'origine de l'insertion du tarse, tout près de son articulation avec le tibia.

II. — LE SANG DES INSECTES

Le sang des Insectes est un liquide incolore ou très légèrement teinté, qui remplit, dans la cavité générale, tous les espaces non occupés par les organes ; ainsi, par exemple, le tube digestif est complètement entouré par le sang.

On peut suivre facilement la marche du sang chez les Insectes dont le corps est transparent (larves d'*Ephémérides*). Ce qui est remarquable, c'est que le sang hématosé baigne immédiatement le cerveau à sa sortie de l'aorte; cet organe reçoit donc du sang très oxygéné.



Fig. 68. — Eléments figurés du sang des Insectes. *a. b. c*, corpuscules sanguins ; *d*. leucocytes (d'après GRABER).

Dans ce liquide incolore, qui est en réalité un mélange de sang et de chyle, on trouve des corpuscules amiboïdes qui correspondent aux globules blancs (*leucocytes*) des Vertébrés (Fig. 68). En somme, le sang des Insectes, comme celui de tous les animaux, est formé de deux parties :

1° Une partie liquide, le *plasma*.

2° Une partie solide, les *globules*, en suspension.

Plasma. — Lorsque le sang des Insectes est coloré, il doit sa coloration à une substance spéciale en dissolution dans le plasma. On ne connaît pas la composition exacte du plasma ; en l'absence de tout renseignement, on peut

admettre qu'il se comporte comme la lymphe des Vertébrés.

D'après Cuénot, le sang des *Méloë* renferme, en plus des corpuscules amiboïdes, un abondant fibrinogène pouvant former un caillot ; on y trouve, de plus, un pigment (*uranidine*), qui s'oxyde à l'air et se précipite ; une substance albuminoïde (*hæmoxanthine*), qui remplit à la fois, comme l'hémoglobine, les fonctions nutritives et les fonctions respiratoires ; et, finalement, de la *cantharidine* dissoute.

Le plasma du sang peut quelquefois servir de liquide défensif, s'il contient, en dissolution, des substances âcres ou toxiques; c'est ainsi, par exemple que, d'après Leydig, le liquide jaunâtre qui suinte par les articulations des pattes de certains Insectes (*Coccinella, Timarcha*, les *Méloïdes*), n'est autre chose que du plasma sanguin (Fig. 69).

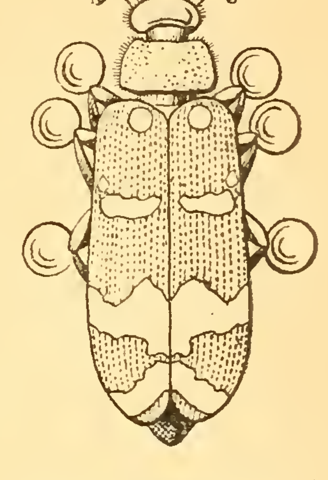


Fig.69.—Autohémorrhée femoro-tibiale chez *Zonabris variabilis* Pall. (d'après Hollande).

Leucocytes. — Les leucocytes sont généralement allongés, ovales ou aplatis, et nucléés; ils présentent souvent des propriétés amiboïdes (Fig. 68).

Le nombre des globules varie avec le stade du développement, mais, c'est au début de la nymphose qu'ils paraissent être le plus nombreux ; vers la fin de la période nymphale, le sang diminue en quantité ; il est encore moins abondant à l'état adulte. Comme on le voit, la quantité de sang est en rapport avec l'activité de la nutrition.

CHAPITRE X

LA RESPIRATION

TECHNIQUE. — Observer les stigmates sur les côtés du corps d'une Chenille nue (*Piéride du Chou*) ou sur la larve du Hanneton (*Ver blanc*).

Pour les adultes, choisir le *Hanneton*, l'*Hydrophile*, la grande *Sauterelle verte*, etc.

L'étude des branchies trachéennes se fera facilement avec les larves d'Ephémérides, qu'on trouve, rampant sur la vase, au fond des rivières et des ruisseaux où l'eau est limpide et bien aérée.

Historique de la respiration. — Bien qu'il eut le premier proclamé cette vérité fondamentale que « l'air est indispensable à la vie comme à la flamme », Aristote enseignait que les Insectes ne respiraient pas, et son opinion prévalut pendant dix-huit siècles.

Ce fut Malpighi qui, en 1669, découvrit les organes respiratoires chez le *Bombyx du mûrier*; il démontra aussi que l'air est absolument nécessaire à la vie ; et que, sous ce rapport, les Insectes se comportent comme tous les êtres vivants.

I° L'APPAREIL RESPIRATOIRE

L'appareil respiratoire des Insectes se compose de canaux très fins, situés à l'intérieur du corps et ramifiés à l'infini. Ces canaux, désignés sous le nom de *trachées*, se distribuent dans toute l'étendue de l'organisme : à l'intérieur des membres, autour des viscères, dans les nervures des ailes ; ils pénètrent même dans la profondeur des organes, pour apporter aux cellules l'oxygène dont elles ont besoin.

L'arbre trachéen communique avec l'extérieur de différentes manières, suivant que les Insectes se sont adaptés à la vie aérienne ou à la vie aquatique.

Dans le premier cas — le plus fréquent — l'air pénètre à l'intérieur des trachées par de petits orifices appelés *stigmates* (1), disposés métamériquement, de chaque côté du corps, l'un à droite, l'autre à gauche, sur chacun des anneaux de l'abdomen et même sur ceux du thorax (Fig. 70).

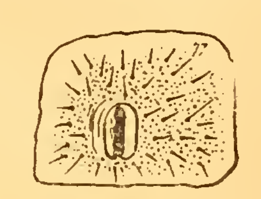


Fig. 70. — Un stigmate isolé du *Dectique verrucivore* (fig. orig.)

Dans le deuxième cas, on observe plusieurs dispositions intéressantes à signaler, suivant que l'adaptation au milieu aquatique est plus ou moins complète.

Ainsi par exemple, chez les Dytiques, Coléoptères plutôt amphibies que véritablement aquatiques, les stigmates s'ouvrent normalement sous les ailes, dans la position habituelle ; lorsque ces Insectes veulent respirer, ils montent à la surface de l'eau, et là, on les voit, soulevant légèrement l'extrémité postérieure de leurs élytres, faire une nouvelle provision d'air pur. De cette façon l'air arrive dans les trachées sans que l'eau elle-même puisse y pénétrer.

Chez les Hydrophiles, autres gros Coléoptères aquatiques, les stigmates thoraciques et abdominaux se ferment ; seuls, les deux derniers stigmates, situés à l'extrémité de l'abdomen, restent ouverts et continuent à fonctionner. C'est pourquoi on peut voir, périodiquement, les Hydrophiles venir puiser l'air à la surface de l'eau, en se plaçant la tête en bas, de manière à faire émerger l'extrémité de leur abdomen.

(1) Ce sont les *spiracles* des auteurs anglais.

Chez certains Hémiptères aquatiques (*Nèpes*, *Ranâtres*), l'adaptation au milieu aquatique est plus prononcée ; ici encore tous les stigmates abdominaux sont oblitérés, à l'exception des deux derniers. Ces deux stigmates s'ouvrent au fond d'un tube allongé, formé lui-même de deux moitiés creusées en gouttières. Lorsque les Nèpes veulent respirer, elles grimpent le long des plantes aquatiques, et émergent, pendant un instant, leur tube respiratoire hors de l'eau ; ayant alors renouvelé leur provision d'air, elles regagnent promptement la vase où elles vivent.

Enfin, lorsque l'adaptation à la vie aquatique est complète, ce qui est le cas pour un certain nombre de larves de Névroptères, les stigmates ont complètement disparu ; mais alors on trouve, sur les côtés du corps, des expansions variées : lamelles membraneuses ou filaments ciliés, au travers desquels s'effectuent les échanges gazeux ; on a donné à ces organes, quelle que soit leur forme d'ailleurs, le nom de *branchies trachéennes*.

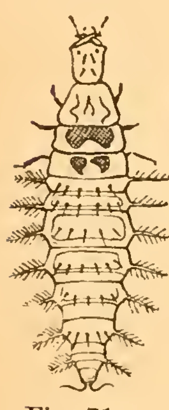


Fig. 71. — Larve de l'*Hydrous caraboïdes* (Col.) avec ses branchies abdominales (d'après Schiödte).

Ainsi donc, partout, dans les Insectes, à l'inverse de ce qui se passe chez les animaux supérieurs, c'est l'air qui va chercher le sang pour lui céder l'oxygène dont il a besoin.

L'ordre des Coléoptères offre peu d'exemples de branchies trachéennes ; on ne peut guère citer que les larves des Gyrinides et celles de l'*Hydrophilus caraboides* (Fig. 71) ; ces organes sont, au contraire, très répandus parmi les larves des Névroptères (*Ephémérides*, *Phryganides*, *Semblides*, etc.).

Les larves d'un grand nombre de Diptères sont égale-

ment pourvues de branchies trachéennes, ex. : *Chironomus* ; cet ordre est aussi le seul où ces organes s'observent chez les nymphes. Enfin, dans l'ordre des Lépidoptères, on ne connaît qu'un seul exemple de branchies, il est fourni par la larve de l'*Hydrocampa stratiotalis*, qui vit sur les feuilles des plantes aquatiques dans les eaux stagnantes.

I° INSECTES AÉRIENS

Technique. — Étaler dans une goutte d'eau, sur une lame de verre (recouvrir d'une lamelle), quelques fragments des viscères pris à l'intérieur du corps d'un Insecte. Examiner au microscope, bien entendu.

On aperçoit généralement de nombreuses trachées, reconnaissables à leur aspect brillant et au filament spiralé qui soutient leurs parois.

1° Trachées. — Les trachées sont, comme on le sait, des tubes ramifiés à l'infini et destinés à conduire l'air dans toutes les parties du corps ; les orifices qui font communiquer les trachées avec l'extérieur ont reçu le nom de *stigmates*.

D'après le mode de ramification des trachées, on peut distingue trois types principaux dans l'appareil respiratoire des Insectes, ce sont :

1° Les trachées fasciculeuses.

2° Les trachées tubuleuses.

3° Les trachées vésiculeuses.

A. Trachées fasciculeuses. — Dans ce type, en quelque sorte primitif, que l'on peut observer chez les Méloïdes, on voit partir, de chaque stigmate, un petit tronc trachéen qui se divise en un grand nombre de rameaux ; ces rameaux se distribuent dans les organes. On a donc ainsi une sorte d'arbuscule aérifère, complètement indépendant des arbuscules voisins. Ici, la distribution de l'air est notoirement métamérique comme chez les Myriapodes.

B. Trachées tubuleuses. — Les trachées tubuleuses, comme leur nom l'indique, sont cylindriques ; elles prennent aussi leur origine à l'orifice de chaque stigmate par un gros tronc qui se bifurque presque aussitôt. Les deux branches ainsi formées, branche anté-

rieure et branche postérieure, vont se réunir à des branches semblables issues des troncs voisins ; il en résulte que tous les stigmates, des deux côtés du corps, sont reliés les uns aux autres, par deux canaux longitudinaux s'étendant d'une extrémité à l'autre de l'abdomen. On peut même observer, dans un certain nombre de cas, notamment chez *Mélolontha vulgaris*, et probablement aussi chez un grand nombre de Lamellicornes, que certaines branches trachéennes, d'assez fort calibre, appartenant aux six derniers anneaux de l'abdomen, partent de ces troncs longitudinaux, et, se dirigeant transversalement, vont se réunir, sur la ligne médiane du corps, à leurs correspondantes du côté opposé. Il résulte de cette disposition — indépendamment bien entendu des autres complications qui peuvent se présenter — que les trachées du côté droit du corps sont en communication avec celles du côté opposé. C'est là un perfectionnement qui a certainement pour but une répartition plus parfaite de l'air dans toute l'étendue de l'organisme.

C. Trachées vésiculeuses. — Les trachées vésiculeuses ne sont, à vrai dire, qu'une modification du type précédent, particulières aux Insectes bons voiliers. Elles sont caractérisées par l'existence de renflements, véritables sacs aériens, de volume variable, disposés sur le trajet des trachées tubuleuses.

On peut observer ces sacs aériens chez le Hanneton, les Cétoines, les Géotrupes ; l'examen de la Fig. 72, mieux qu'un long texte, pourra donner une idée de la disposition de ces vésicules.

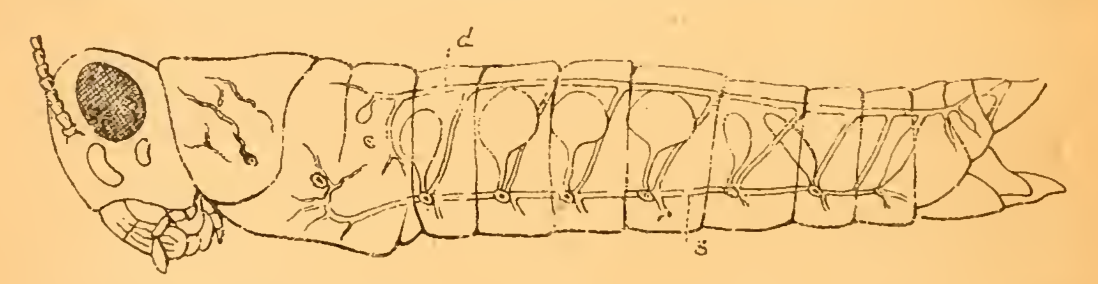


Fig. 72. — Distribution des troncs trachéens et des sacs à air dans le corps du *Melanoplus femur-rubrum*. Orthopt. (d'après Packard).

2° Structure des trachées. — La structure anatomique des trachées paraît identique chez tous les Insectes : ainsi que Bütschli l'a démontré en 1870, leurs parois sont constituées, comme celles des téguments, dont elles dépendent : on y distingue, en effet, deux couches essentielles ; l'une, externe ou *membrane ectotrachéale*, n'est

autre chose qu'une invagination de l'hypoderme tégumentaire ; l'autre, l'interne, désignée sous le nom d'intima (*membrane endotrachéale*), correspond à la cuticule sécrétée par les cellules hypodermiques, ce qui explique pourquoi elle tombe, à chaque mue (Fig. 73).

Le fil élastique spiralé si caractéristique, qui soutient la paroi pour maintenir les trachées toujours ouvertes, et que Macloskie considère comme formé par des replis de la cuticule, est, en réalité, constitué par des épaississements de l'intima ; d'après Packard, ce sont des cercles très rapprochés et non de véritables spires.

Dans tous les cas, la vieille théorie des trois membranes, développée par Meyer et Milne-Edwards, doit être complètement abandonnée.

Les membranes indiquées ci-dessus ne sont bien développées que dans les plus gros troncs trachéens ; dans les branchies les plus fines, l'intima et le fil spiralé disparaissent petit à petit ; la paroi, réduite alors à la membrane ectotrachéale amincie, permet l'échange facile des gaz dans l'acte respiratoire.

Inutile de parler ici du mode de terminaison des trachées à l'intérieur des organes ; c'est un sujet très peu connu et sur lequel les auteurs ne sont pas d'accord.

Fig. 73. — Vésicule trachéenne du *Dectique verrucivore* (fig. orig. gross. 120 diam.).

Origine des trachées. — Les trachées se développent de très bonne heure dans le cours du développement embryonnaire. Elles prennent naissance, sur les côtés du corps, par des invaginations de l'ectoderme, qui, au début, apparaissent sur tous les métamères, à l'exception des deux derniers segments abdominaux.

Au début, toutes ces invaginations sont distinctes ; plus tard seulement, elles s'unissent à l'intérieur du corps, ainsi que nous l'avons indiqué p. 124, pour former les grands troncs longitudinaux, d'où partent ensuite toutes les ramifications qui se rendent aux organes.

Comme les trachées ne communiquent, à aucune période de leur développement, avec la cavité générale, il est difficile d'admettre qu'elles soient les homologues des organes segmentaires (*néphridies*) des Vers ; il est plus probable, au contraire, selon l'opinion de

Moseley, qu'elles doivent leur origine à des glandes cutanées, adaptées à des fonctions spéciales ; et de fait, d'après Henneguy, « toutes les glandes cutanées que l'on peut observer, soit chez les larves, soit chez les adultes, ont pour origine des invaginations de l'hypoderme, semblables à celles qui donnent naissance aux trachées, aux glandes salivaires et aux tubes de Malpighi. »

3° **Stigmates.** — Les stigmates sont toujours placés sur les côtés du corps ; ce sont des ouvertures en forme de boutonnières, bordées par un cadre chitineux rigide désigné sous le nom de *péritrème* (Fig. 74).

Les stigmates s'ouvrent généralement sur la membrane molle qui relie le sclérite dorsal (*tergum*) au sclérite ventral (*sternum*) mais cependant leur situation peut changer ; ils peuvent passer, tantôt sur l'arceau supérieur, tantôt sur l'inférieur, suivant le mode de vie des Insectes, et suivant le développement des pièces squelettiques. La pénétration des corps étrangers (*poussières*, *gaz délétères*), à l'intérieur des trachées est empêchée soit par des membranes convenablement disposées, soit par des garnitures de poils, qui constituent, pour l'air, un appareil filtrant.

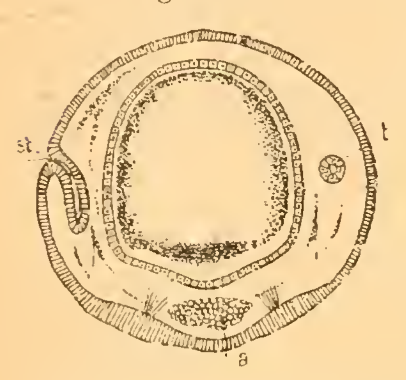


Fig. 74. — Coupe transversale d'un embryon, montrant l'invagination ectodermique St, qui donne naissance aux trachées. (d'après Kowalevski)

Le nombre des stigmates est variable ; la tête n'en porte jamais. A l'état adulte, sauf exception, le thorax n'en montre jamais plus de deux paires, l'une sur le mésothorax, l'autre sur le métathorax ; comme, par ailleurs, le dernier anneau abdominal en est constamment dépourvu, il en résulte que le nombre de ces orifices ne peut jamais être supérieur à vingt (*dix paires*). C'est ce nombre que l'on trouve chez la plupart des *Coléoptères*, des *Orthoptères*, des *Lépidoptères*, mais on observe aussi, dans certains groupes, (*Hyménoptères* 16 ; *Hémiptères*, 10 à 18 ; *Diptères* 12-14) de notables réductions ; c'est ainsi, notamment, que chez les Libellulides (*Névroptères*), il n'existe jamais, semble-t-il, plus de quatre orifices stigmatiques distincts ; enfin, le maximum de ces réductions s'observe chez les Insectes aquatiques, qui n'ont plus que deux stigmates placés à l'extrémité de l'abdomen (p. 121).

Structure des stigmates. — D'après leur forme, d'après la présence ou l'absence d'un péritrème, d'après la disposition des mem-

branes ou des poils qui en garnissent l'entrée, Packard a distingué six types de stigmates que l'on peut réunir en deux groupes principaux :

1° *Stigmates sans péritrème.* — Il représentent, évidemment, la forme primitive, la plus ancienne de toutes ; ils consistent, généralement, en une simple fente linéaire ouverte dans les téguments et garnie de cils sur ses bords.

On n'a trouvé jusqu'ici cette disposition, très simple, que dans les stigmates thoraciques des Hémiptères, de certains Coléoptères (*Dytiscus marginalis*) et des Libellules. Très souvent, les bords de la fente stigmatique se rapprochent jusqu'à se toucher; mais, plus fréquemment encore, ils présentent des dentelures qui s'engrènent les unes dans les autres et rendent la fermeture plus hermétique.

2° *Stigmates munis d'un péritrème.* — Il existe ici un certain nombre de variations (Fig. 75).

Dans un premier cas, que l'on rencontre chez les Coléoptères et chez la plupart des Hémiptères (*stigmates abdominaux*), l'ouverture stigmatique est pourvue d'un anneau corné ou cartilagineux, dont les bords sont nus ou simplement ciliés (Fig. 74).

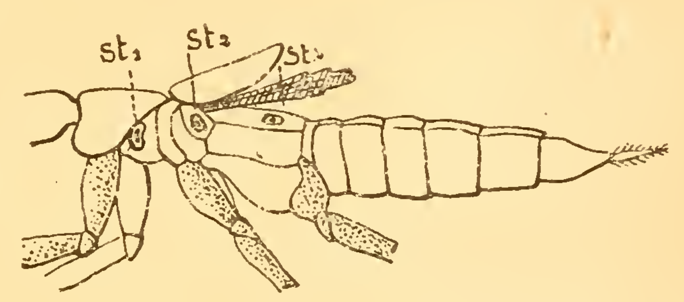


Fig. 75. — Vue latérale d'un Coléoptère (*Staphylinus nebulosus*) pour montrer les trois premières paires de stigmates, st_1, st_2, st_3, (d'après KOLBE).

Dans un deuxième cas, la fermeture se complique par l'existence, à l'intérieur du péritrème, d'un prolongement valvulaire membraneux ce qui fait que l'ouverture stigmatique est, en quelque sorte, fermée par un diaphragme. L'une de ces valves ou *paupières*, selon l'expression de Réaumur, est ordinairement plus grande que l'autre, et toutes deux sont souvent ornées de cils simples, ou ramifiés en feuille de fougère.

On trouve des exemples de cette disposition dans le premier stigmate abdominal de *Lucanus cervus*, dans tous les stigmates abdominaux de l'*Hydrophilus piceus* et chez un très grand nombre d'autres Insectes.

Enfin, une troisième disposition, qui se rapproche encore des précédentes, est celle où au lieu des cils garnissant les valves du

péritrème, on trouve une membrane criblée de petits trous à travers lesquels l'air pénètre dans les trachées.

Appareil d'occlusion des stigmates. — Lorsque le pourtour de l'orifice stigmatique est pourvu d'un péritrème, l'ouverture de cet organe est toujours béante ; mais, dans un certain nombre d'Insectes, notamment chez les Coléoptères, il existe un appareil de fermeture assez compliqué, qui leur permet de fermer à volonté leurs orifices respiratoires lorsqu'ils se trouvent menacés d'asphyxie, par exemple, lorsqu'ils sont plongés dans un gaz non respirable ou toxique.

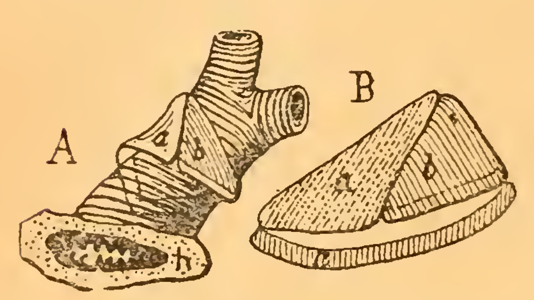


Fig. 76. — Appareil de fermeture des trachées : *A*, trachée avec son appareil d'occlusion ; *B*, appareil d'occlusion isolé ; *a* et *b*, pièces chitineuses triangulaires ; *c*. arc chitineux (d'ap. Judeich et Nitsche).

L'appareil d'occlusion est fixé à l'intérieur du corps, un peu au-dessus de l'ouverture stigmatique, et avant le point où se fait la première ramification du tronc trachéen. Cet appareil est formé de trois pièces chitineuses élastiques et d'un muscle destiné à les faire mouvoir. « Quand le muscle se contracte (Fig. 76), les deux pièces *a* et *b* qu'il réunit, basculent et se rapprochent de la concavité *c* ; elles compriment ainsi le tronc trachéen, dont la lumière se trouve plus ou moins oblitérée. »

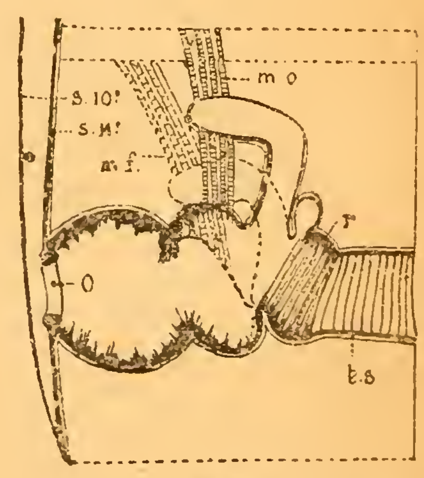


Fig. 77. — Appareil d'occlusion de la Fourmi rouge ; en traits pleins *mo*. pendant l'ouverture, en traits pointillés *mf*. pendant le fermeture ; *s* 10e, sclérite dorsal du dixième anneau ; *s*. 11e, sclérite dorsal du 11e ; *mo*. et *mf*. muscles d'ouverture et de fermeture ; *o*, orifice stigmatique ; *r*, raidisseur.
(d'après Ch. Janet).

La description donnée par M. Ch. Janet, de l'appareil d'occlusion des stigmates chez *Myrmica rubra*, diffère notablement de celle qui précède ; elle a cependant le mérite d'être beaucoup plus claire ; mieux qu'une longue description, le dessin schématique que nous reproduisons ici, avec la bienveillante autorisation de l'auteur, fera comprendre le mécanisme de cet appareil (Fig. 77).

Pour le développement des stigmates, voir la fig. 74.

II° INSECTES AQUATIQUES

1° **Adultes.** — A l'exception des larves que nous avons précédemment citées (*Névroptères*, quelques *Gyrinides*, etc.), aucun Insecte adulte n'est franchement adapté à la vie aquatique ; l'appareil respiratoire est, en effet, toujours un appareil aérien, avec des stigmates et des trachées, et tous sont obligés de venir, de temps en temps, renouveler leur provision d'air à la surface de l'eau.

Les Insectes aquicoles adultes ne se rencontrent guère que parmi les Coléoptères (*Dytiscides*, *Hydrophilides*, etc.) et les Hémiptères (*Nèpes*, *Notonectes*, etc.) ; mais en réalité, la plupart d'entre eux ne sont guère plus aquatiques que les Palmipèdes ; et. bien que passant leur vie dans l'eau, comme ces derniers, ils sont aussi, comme eux, obligés de venir respirer l'air en nature à la surface.

2° **Larves des Insectes aquatiques.** — Il n'en est pas de même parmi les larves ; un certain nombre de celles-ci, principalement dans l'ordre des Névroptères, sont organisées pour mener une existence franchement aquatique, en ce sens qu'elles sont capables, pour se procurer l'oxygène dont elles ont besoin, d'utiliser l'air en dissolution dans l'eau.

Pour cela, ces larves possèdent, comme nous l'avons vu, des organes particuliers en forme de filaments ou de lamelles foliacées qu'on désigne sous le nom de branchies. Il ne faut pas oublier que ces branchies sont des organes acquis, par suite d'une adaptation secondaire au milieu aquatique ; le fait qu'un réseau trachéen se distribue dans leur intérieur, indique que les ancêtres de ces Insectes ont, à ce moment donné de leur existence, mené une vie aérienne.

3° Branchies permanentes des adultes. — Un très petit nombre d'Insectes conservent, à l'état adulte, les branchies trachéennes que possèdent leurs larves. L'exemple le plus connu et le plus remarquable est celui d'un Perlide de l'Amérique du Nord, *Pteronarcys regalis*, signalé pour la première fois par Newport, en 1844. Cet Insecte porte, en effet, treize paires de branchies filamenteuses, placées symétriquement à la surface inférieure du thorax et sur les deux premiers segments abdominaux. Dans chaque houppe branchiale, le nombre des filaments varie de vingt à cinquante. En plus des houppes branchiales, le *Pteronarcys* possède aussi des stigmates, ce qui lui permet d'utiliser, avec une égale facilité, l'air en nature ou l'air en dissolution dans l'eau (Fig. 78).

Le *Pteronarcys regalis* est un Insecte nocturne, qui ne vole que le soir ou à la fraîcheur de la nuit ; fréquemment, en volant, il vient tremper dans l'eau la face inférieure de son corps, de manière à maintenir ses branchies toujours humectées. Pendant le jour, il s'abrite sous les pierres ou dans les crevasses humides des rochers.

L'ensemble de ces conditions permet, d'après Barnston, d'expliquer la persistance des branchies trachéennes chez les *Pteronarcys* qui vivent continuellement dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau (Fig. 78).

4° Mécanisme de la respiration. — Les mouvements du corps, qui déterminent l'entrée de l'air dans les trachées, ou son expulsion, se font vraisemblablement par le même mécanisme chez tous les Insectes, et paraissent sous la dépendance des muscles abdominaux.

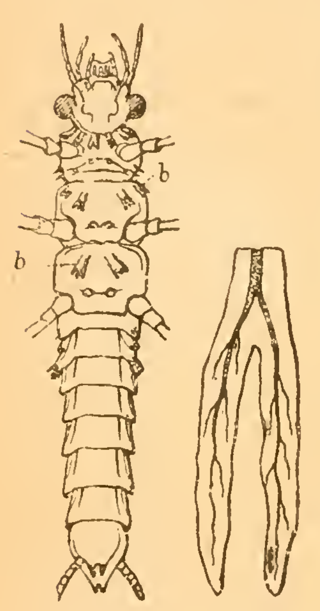


Fig. 78. — Le *Pteronarcys regalis* Névropt. vu en dessous ; à droite une branchie lamelleuse isolée (d'après Newport).

L'air pénètre à l'intérieur du corps par suite de l'extension des parois, d'où résulte un agrandissement de la cavité générale ; il en sort par un mouvement inverse ; mais on possède très peu de renseignements sur ce sujet.

Il n'existe pas de muscles inspirateurs pour produire l'extension des parois du corps ; lorsque les muscles abdominaux se contractent, la cavité générale se trouve diminuée et l'air est chassé au dehors ; mais lorsque — l'action des muscles cessant — les parois du corps reviennent à leur état primitif d'équilibre, par suite de leur élasticité, l'air rentre dans les trachées. En somme ici, contrairement à ce qui se passe chez les Vertébrés aériens, l'expiration seule est active ; l'inspiration, purement passive, ne se fait que grâce à l'élasticité des parois de l'exosquelette. En général, les mouvements respiratoires sont localisés dans l'abdomen ; le thorax ne prend qu'une part négligeable à l'accomplissement de cette importante fonction.

Plateau a établi que le mécanisme des mouvements respiratoires pouvait être rapporté à trois types principaux (1).

Dans un premier type, que l'on peut observer chez les Coléoptères,

(1) Plateau (F.). —*Mém. Acad. Belg.* 1884. T. XLV. p. 219.

les Hémiptères hétéroptères et les Blattina (Fig. 79, A.), la partie supérieure de l'abdomen seule est mobile et s'abaisse sous l'influence de muscles spéciaux pendant l'expiration ; la partie ventrale, très convexe et fortement chitinisée, reste immobile.

Dans le deuxième type, qui comprend les Orthoptères, les Diptères, les Hyménoptères et la plupart des Névroptères, le tergum et le sternum, tous deux mobiles, se rapprochent pendant l'expiration (Fig. 79, C.).

Dans le troisième type, que l'on peut observer surtout chez les Lépidoptères, la contraction des parois de la cavité abdominale se fait dans toutes les directions (Fig. 79, B.).

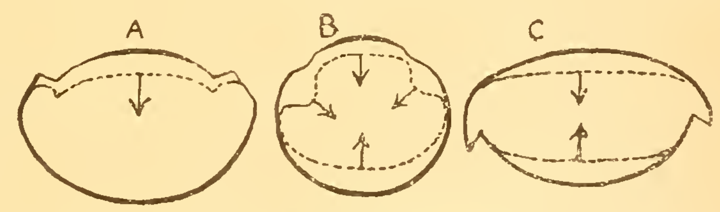


Fig. 79. — Schéma des mouvements du corps pendant la respiration ; *A*, chez un Coléoptère ; *B*, chez un Lépidoptère ; *C*, chez un Hyménoptère (d'après PLATEAU).

Enfin, les observations faites sur les grands Coléoptères ont montré que le mouvement d'inspiration (*extension des parois*) était toujours beaucoup plus lent que celui de l'expiration (*contraction*) ; ce dernier pouvant même être quelquefois très brusque.

Quant à la pénétration de l'air à l'intérieur des rameaux les plus fins des trachées — qui doivent offrir une grande résistance au mouvement des gaz — c'est encore un sujet de discussion parmi les physiologistes.

Phénomènes chimiques de la respiration. — Les phénomènes chimiques de la respiration sont les mêmes chez tous les êtres vivants : ils consistent toujours en une absorption d'oxygène par les cellules et une émission correspondante de gaz carbonique.

CHAPITRE XI

APPAREILS DE SECRÉTION ET D'ÉPURATION

Technique. — Pour étudier les glandes séricigènes du Ver à soie, il faut anesthésier la Chenille en la plaçant pendant un quart d'heure dans une solution étendue d'hydrate de chloral. — Ensuite, l'ouvrir en dessus avec des ciseaux fins, et chercher les glandes, qui se présentent sous l'aspect de deux longs filaments blancs placés en dessous du tube digestif.

Épuration de l'organisme. — Les fonctions d'excrétion sont très peu connues chez les Insectes. Cependant, comme le nôtre, leur organisme a besoin d'être épuré et les déchets de l'activité cellulaire doivent être rejetés au dehors.

Parmi les organes chargés de ces fonctions, nous ne connaissons bien que les tubes de Malpighi, dont il a été question à propos de l'appareil digestif (p. 109.), et dont les fonctions paraissent analogues à celles des reins chez les animaux supérieurs.

Nous nous bornerons donc à indiquer ici quelques-uns des produits spéciaux élaborés par l'organisme des Insectes.

1° Soie et glandes séricigènes. — Les glandes séricigènes, ainsi que nous l'avons vu p. 106, sont des glandes salivaires modifiées et adpatées à la production de la soie.

Sauf quelques rares exceptions, la soie, chez les Insectes, est toujours sécrétée par des larves. Parmi les adultes on ne connaît guère que la femelle de l'Hydrophile, qui soit pourvue d'un appareil séricigène.

Par contre, les larves productrices de soie sont très

nombreuses ; elles se rencontrent chez tous les Lépidoptères, surtout chez les chenilles des Bombycidés, qui, à l'aide de cette soie, fabriquent un cocon pour abriter leur chrysalide.

La soie, étant surtout utilisée pour la protection des nymphes, se rencontrera par conséquent chez les Insectes à métamorphoses complètes ; et, de fait, on observe des glandes séricigènes chez les Lépidoptères, les Névroptères, les Coléoptères (*Donacies*) et même chez quelques Diptères. (Pour les détails, *voir les volumes spéciaux* de l'**E. S.**).

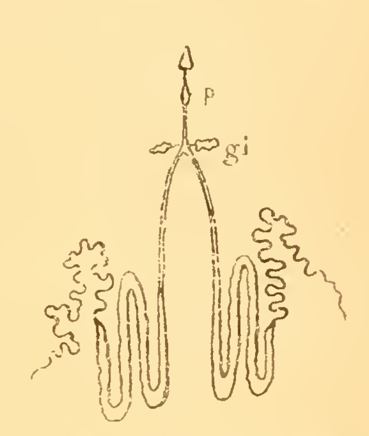


Fig. 80. — Glandes séricigènes du *Ver à soie*. *p.* presse ; *gl.* glandes de Filippi (d'après GILSON).

LÉPIDOPTÈRES. — Les glandes séricigènes des Lépidoptères sont très simples ; ce sont deux tubes très longs, d'un blanc brillant, placés en dessous du tube digestif et aboutissant à une filière située à l'extrémité de la lèvre inférieure. La longueur de ces tubes est variable, suivant la quantité de soie dont la larve a besoin pour la construction de son cocon (Fig. 80).

La filière se présente sous l'aspect d'un tube fin, faisant une légère saillie entre les deux palpes labiaux ; on peut la considérer comme formée par une invagination de la langue ; les deux canaux vecteurs des glandes séricigènes viennent se réunir en un conduit unique à la base de cet organe. Contrairement à l'opinion de Réaumur, la filière ne possède qu'un seul orifice à son extrémité libre ; cet orifice est taillé en bec de plume, ce qui permet à la larve de l'appliquer très étroitement sur les corps où elle veut fixer son fil.

Névroptères. — Chez les Phryganes, les glandes séricigènes sont construites comme chez les Chenilles des Lépidoptères ; mais, chose remarquable, dans les larves carnassières des Fourmilions, c'est le rectum qui constitue l'organe sécréteur pendant la vie nymphale ; il perd sa fonction sécrétante lorsque l'Insecte passe à l'état parfait. Ici, la filière n'est, par conséquent, autre chose que la partie postérieure du tube digestif qui se prolonge en un tube corné rétractile, que l'Insecte fait saillir à volonté quand il veut agglutiner les grains de sable dont se compose son cocon.

Hyménoptères. — Un grand nombre d'Insectes parasites (*Ichneumonides*), des Apiens et même des Formicides, se construisent également des cocons de soie pour s'abriter pendant la nymphose; Seurat a démontré (1899) que l'appareil séricigène des larves de Braconides consistait en deux gros tubes sinueux, se réunissant dans le thorax, et débouchant sur la lèvre inférieure : il est donc construit sur le même plan que celui des Lépidoptères.

Dans tous les cas, lorsque l'Insecte passe de l'état de larve à celui de nymphe, les glandes séricigènes disparaissent ; ce sont donc des organes essentiellement transitoires, dont le développement a été provoqué par le besoin d'assurer la protection de la nymphe, à l'aide d'un cocon.

Constitution de la soie. — La soie n'acquiert les propriétés qui la caractérisent que lorsqu'elle est sortie des organes qui la produisent. A l'intérieur des glandes, elle se présente sous l'aspect d'un fluide visqueux et transparent. L'analyse chimique a montré qu'elle se compose de trois substances, sécrétées dans des régions différentes de la glande : la *fibroïne*, la *séricine* ou *grès* et la *mucoïdine*.

La fibroïne prend naissance dans toutes les cellules du tube sécréteur; elle constitue la partie centrale et homogène du fil de soie.

La séricine possède une structure finement granuleuse d'où, probablement, son nom de grès ; elle se produit surtout dans la partie postérieure du réservoir et se dépose à la surface du cylindre de fibroïne, lorsqu'il se présente pour traverser cette région.

On n'est pas fixé sur l'origine véritable du mot « *grès* » ; la substance désignée sous ce nom présente un aspect gommeux et granulé. M. Howard estime que ce terme est l'équivalent de grège (*grecque*) ; et, de fait, on donne le nom de *soie grège* à la soie brute, non débarrassée de son enduit gommeux. C'est sous cette forme que les soies d'Asie arrivaient à Cos, avant d'être manufacturées, au commencement du IVe siècle.

C'est de Grèce également que les dames romaines reçurent les premiers tissus de « gaze légère », qui se vendaient au poids de l'or, et que les poètes vantaient pour leur souplesse et leur transparence.

La mucoïdine est produite par la partie antérieure du réservoir ; le rôle de cette substance, qui n'est qu'une sorte de mucus, est probablement de favoriser le glissement du fil de soie dans la filière.

Lorsque la soie est teintée naturellement, c'est en passant dans le canal du réservoir que le cylindre de fibroïne se charge de matière colorante ; on ne connaît pas le mécanisme de cette coloration : les expériences de Blanc, entreprises en 1890 sur ce sujet, n'ont donné, semble-t-il, aucun résultat positif.

La soie résiste à l'action de la plupart des réactifs : le grès seul est dissous par les solutions alcalines ; on utilise cette propriété lorsqu'on veut dévider les cocons : la fibroïne résiste, car elle n'est soluble que dans les acides très concentrés.

La soie est tellement visqueuse à l'orifice de l'appareil séricigène, qu'elle ne saurait être simplement déversée au dehors, comme le serait un produit liquide ; elle s'étire à la manière des substances ductiles ; la Chenille, en effet, après avoir fixé l'extrémité du fil à un corps voisin, relève la tête dans diverses directions, dans le but d'allonger ce fil ; elle donne ainsi, à son cocon, la forme et les dimensions qui lui sont utiles ; la Chenille est donc une tapissière ; son travail progresse de dehors en dedans.

Enfin, il nous paraît encore utile de faire remarquer que le fil de soie, pendant son étirement, est obligé de traverser un petit organe, fixé sur le parcours du canal excréteur commun, et auquel on a donné le nom de *presse* : c'est cet organe qui est la véritable filière. Grâce aux dispositions de la *presse*, le diamètre du fil de soie se trouve régularisé ; il prend une forme aplatie et son épaisseur est réglée, suivant la volonté de la larve ; si la Chenille veut se suspendre, la presse, fonctionnant comme des tenailles, peut arrêter complètement l'étirement du fil ; la presse est donc, en somme, une filière à lumière variable.

Le cylindre de fibroïne se solidifie à l'air au moment où le fil sort de la filière, mais la couche de grès qui l'entoure reste molle, ce qui permet à la larve de coller entre elles les différentes couches du fil qui constituent la paroi du cocon.

2° Glandes cirières. — Depuis les beaux travaux d'Huber, on sait que la cire n'est pas fabriquée directement par les Abeilles, avec le pollen des fleurs, ainsi que le pensait Réaumur ; la cire est le résultat d'une sécrétion.

Les glandes qui sont chargées de l'élaboration de la cire, rentrent dans la catégorie de celles que nous avons décrites sous le nom de glandes cutanées (p. 96) ; elles sont constituées par des amas de cellules isolées, et le canal excréteur de chaque cellule vient déboucher, au sommet d'une petite éminence, dans une région membraneuse des téguments. On peut facilement mettre les membranes sécrétantes à découvert en exerçant une légère traction sur l'abdomen, de manière à dégager les segments les uns des autres ; on aperçoit alors, à droite et à gauche de la ligne médiane, de petites plages pentagonales de couleur jaunâtre (Fig. 81). C'est sur ces plages que la cire est sécrétée ; elle s'y accumule sous forme de minces lamelles que l'Abeille détache à l'aide de ses pattes postérieures.

Chez les Hémiptères homoptères du groupe des Aphidiens, les glandes cirières sont distribuées sur presque toute la surface du corps ; de plus, les deux tubes dorsaux (*cornicules*), que beaucoup de Pucerons portent à la partie postérieure de l'abdomen et qui sont en rapport avec une cellule hypodermique sécrétante, produisent, de même, une substance cireuse fluide qui leur sert, très probablement, à se défendre contre leurs ennemis (*larves de Coccinelles*).

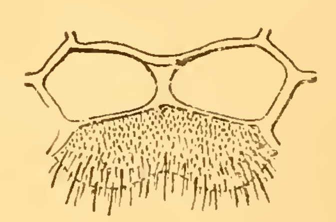


Fig. 81. — Glandes cirières abdominales de l'Abeille.

Enfin, le bouclier solide qui protège le corps des Coccidés (*Cochenilles*), est encore un produit d'origine analogue; il est formé, selon Witlaczil, par un feutrage serré de filaments cireux entrelacés.

3º Glandes venimeuses. — Les glandes venimeuses des Insectes se présentent sous deux aspects différents. Tantôt on les rencontre dans la tête, où elles représentent des glandes salivaires spécialisées (*Hémiptères*, *Diptères* et parmi les Hyménoptères, les *Fourmis*) : ce sont alors des armes offensives ; ailleurs, au contraire, ces glandes sont des dépendances de la partie postérieure du corps (*Abeille*, *Hyménoptères porte-aiguillon*) : ce sont des armes défensives.

Mais, comme la présence de ces glandes n'est pas générale dans les Insectes, nous décrirons les appareils à venin des Hyménoptères, des Diptères, etc., dans les volumes de l'**E. S.** qui traiteront de ces ordres.

Quant aux produits élaborés par les glandes venimeuses, on n'a que des renseignements incomplets sur leur nature ; ils sont nombreux et leur constitution paraît assez variable. Le plus connu est celui qui est sécrété

avec abondance par les Fourmis ; Scheele qui l'a l'un des premiers préparé vers 1770 a reconnu sa nature acide et l'a désigné sous le nom *d'acide formique.* Le venin des Abeilles renferme également beaucoup d'acide formique. Enfin, la glande venimeuse des Moustiques (*Cousins, Anophèles*) (Fig. 82) est bien connue, mais la nature exacte du poison qu'elle sécrète n'a pas encore été déterminée.

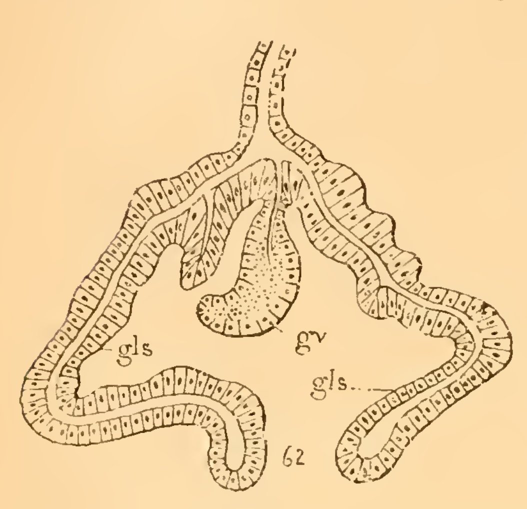


Fig. 82. — Glandes salivaires de l'*Anophèles claviger* Dipt. les deux lobes latéraux *gls*, secrètent la salive ; le lobe médian *gv*. est la glande à venin (d'après Grassi).

4° Glandes défensives. — Les glandes que l'on désigne sous ce nom, se rencontrent chez un grand nombre d'Insectes ; elles produisent un liquide tantôt corrosif, tantôt simplement odorant, vraisemblablement destiné à la protection de l'espèce en éloignant ses ennemis. Tant par leur forme que par leur position, ces organes doivent être considérés comme des glandes coxales adaptées à des fonctions particulières.

Un certain nombre d'Hémiptères émettent, surtout lorsqu'ils sont irrités, un fluide d'odeur nauséabonde, produit par des glandes situées dans la région médiane interne du segment mésothoracique ; le canal excréteur de ces glandes vient déboucher au dehors entre les cuisses de la troisième paire de pattes.

On ne sait rien sur la nature du fluide sécrété par les Hémiptères ; on a pu seulement constater que son odeur rappelle de très près celle de la Coriandre. Tout

le monde a remarqué la mauvaise odeur et le goût désagréable que prennent les fruits sur lesquels les Punaises (1) ont marché.

Au groupe des glandes défensives et odorantes appartiennent encore les *glandes anales* des Coléoptères, que nous décrirons dans un autre volume (Fig. 83).

Enfin, les Chenilles d'un grand nombre de Lépidoptères se protègent également par l'émission de fluides spéciaux. Ainsi, par exemple, on sait, depuis les travaux de De Geer (1750), que la larve « à queue fourchue » de *Dicranura*, produit une sécrétion que Bonnet a considérée, en 1755, comme étant un véritable acide piquant et corrosif. L'appareil excréteur de *Dicranura vinula* a été bien décrit par Rengger et Klemensiewicz.

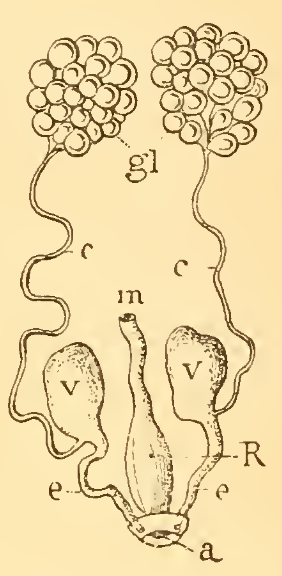


Fig. 83. — Glandes anales du *Carabus auronitens* Col.; *gl.* grappe glandulaire ; v. vésicules réceptrices du venin ; *c,c*, canaux efférents; *e,e* canaux excréteurs terminaux ; *in*, intestin ; R. rectum : a, anus, (d'ap. L. BORDAS).

Klemensiewicz a également décrit les deux tubes orangés (*osmeterium*) que les Chenilles des Papilionidés émettent à la partie supérieure du segment prothoracique lorsqu'elles sont irritées; ces organes répandent une odeur désagréable de melon. On ne connaît pas la nature exacte du liquide excrété; on sait seulement qu'il a les propriétés d'un acide et qu'il peut rougir la teinture de tournesol.

5° **Glandes à cément** (*Glandes sébifiques*). — Ces glandes, très répandues chez les Insectes, seront décrites en même temps que l'appareil sécréteur particulier à

(1) Il s'agit ici, bien entendu, de la *Punaise des bois*, grand insecte de couleur grise qu'il ne faut pas confondre avec la punaise des lits.

chaque groupe ; il nous suffira de dire ici qu'un grand nombre d'entre elles sont en connexion plus ou moins intime avec l'appareil génital. Le produit de ces glandes sert, en général, à agglomérer les œufs au moment de la ponte ou à fabriquer, pour ces mêmes œufs, des enveloppes protectrices (*oothèques*, *coques ovigères*, etc.). Le liquide sécrété par ces glandes renferme de nombreux petits cristaux et se coagule rapidement à l'air.

6° **Glandes dermiques.** — On donne ce nom aux glandes unicellulaires hypodermiques répandues sur toute la surface du corps ; le seul fait intéressant à noter est que la distribution de ces glandes est toujours plus ou moins métamérique.

CHAPITRE XII

RÉSERVES NUTRITIVES

Technique. — Pour étudier le corps adipeux, il suffit d'ouvrir une Chenille vers l'époque où elle va se transformer en nymphe. Ce tissu se présente alors sous l'aspect d'une pulpe blanchâtre, placée immédiatement sous la peau et entre les organes.

1° Corps adipeux et ses dérivés. — On désigne sous ce nom des amas de grosses cellules arrondies ou polyédriques, de couleur jaunâtre, et formant, à l'intérieur du corps, principalement sous la peau et autour des organes, des réseaux lacuneux très irréguliers, ou des cordons allongés, disposés métamériquement. Ce tissu est plus abondant chez les larves que chez les Insectes parfaits, et il ne saurait en être autrement ; en effet, pendant toute la période de temps qui s'écoule depuis l'éclosion jusqu'à la transformation en nymphe, la larve se nourrit abondamment ; sa principale préoccupation est donc d'accumuler d'abondantes réserves nutritives en prévision de l'abstinence forcée qu'elle subira pendant la durée de la nymphose. Ce sont ces réserves, constituant le *corps adipeux*, qui, au cours de l'histogénèse, seront utilisées par les histoblastes pour l'édification du nouvel organisme en voie de devenir l'Insecte parfait (Fig. 84).

Les auteurs qui ont étudié le *corps adipeux* dans ces

vingt dernières années, sont arrivés à conclure que ses fonctions étaient multiples et qu'on devait, en réalité, distinguer, dans ces amas de tissus, semblables en apparence, plusieurs groupes de cellules, savoir :

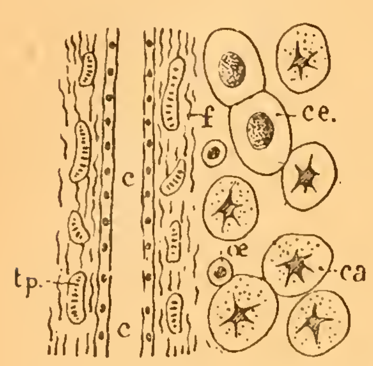


Fig. 84. — Le cœur, *c*, entouré du corps adipeux. *Ca*, cellules adipeuses; *ce*, cellules excrétrices ; *œ*, œnocytes (d'ap. Ch. Janet).

Les *cellules adipeuses* proprement dites, qui sont, comme toujours, des éléments de réserve nutritive.

Les *cellules péricardiques*, signalées par Graber, et qui, comme leur nom l'indique, se rencontrent particulièrement sur les côtés de l'appareil circulatoire.

Les *cellules spléniques*, étudiées par Kowalevsky chez les Orthoptères sous le nom de rate.

Les *œnocytes*, signalés par Wielowiejski chez les larves des Diptères.

En ce qui concerne les origines de ce tissu, nous en dirons quelques mots lorsque nous exposerons l'anatomie et le développement des larves.

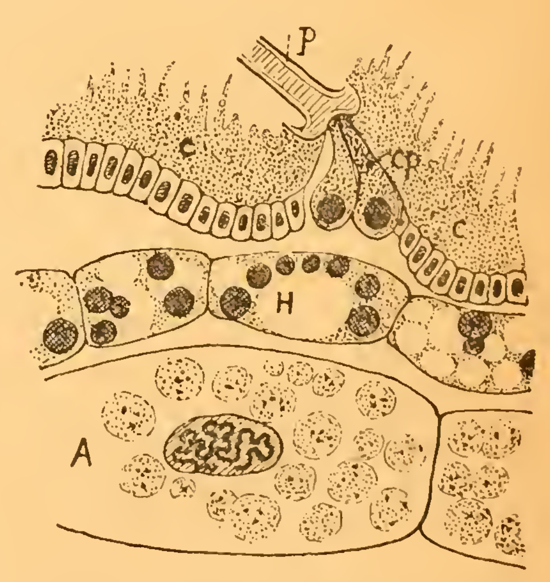


Fig. 85. — Le corps adipeux chez un Insecte récemment né. *A*, tissu larvaire ; *H*. tissu imaginal ; *c*. cuticule ; *P*. poil ; *cp*. cellules hypodermiques à la base du poil (d'ap. Berlese).

1° **Cellules adipeuses.** — Examinées au microscope, les cellules adipeuses se montrent formées d'un protoplasma granuleux renfermant un gros noyau; disséminées à l'intérieur du protoplasma, on trouve également des gouttelettes graisseuses en grand nombre et des cristaux d'acide urique (Fig. 85).

De nombreuses trachées se distribuent dans la masse des cellules

adipeuses, ce qui porte à penser que ce tissu joue un rôle important dans les phénomènes de nutrition ; la présence des gouttelettes graisseuses permet de le considérer comme un tissu de réserve ; et, de fait, dans les Chenilles des Lépidoptères nocturnes et crépusculaires — où il est particulièrement abondant — on le voit se résorber lentement pendant la nymphose, au point qu'il a presque totalement disparu lorsque le Papillon sort de son enveloppe.

C'est aussi à ses dépens que vivent les parasites entomophages. Ainsi, par exemple, lorsque les petites larves du *Microgaster* se développent à l'intérieur de la Chenille de la Piéride du Chou, elles dévorent, tout d'abord, le tissu graisseux en ayant soin d'épargner les organes essentiels de la digestion et de la respiration.

2° **Cellules péricardiques.** — On donne ce nom à des bandelettes de grosses cellules, de couleur rougeâtre ou jaune verdâtre, situées de chaque côté du vaisseau dorsal. Malgré leur aspect, ces cellules se distinguent des cellules adipeuses par leur constitution et par leurs propriétés.

En effet, chaque cellule possède, en général, deux ou plusieurs noyaux ; de plus, elles donnent naissance à de nombreux filaments protoplasmiques qui les mettent en relation, d'une part avec les parois du vaisseau dorsal, d'autre part avec le diaphragme sous-cardiaque. Comme précédemment, de nombreuses trachées viennent se terminer entre ces cellules, en formant des anses qui les contournent.

Au point de vue de leurs fonctions, l'expérience à démontré que les cellules péricardiques doivent être considérées commes des éléments excréteurs, capables d'éliminer les produits de désassimilation à *réaction acide*, tandis que les tubes de Malpighi sont, eux, adaptés à l'élimination des déchets alcalins.

3° **Œnocytes.** — Les cellules que l'on désigne sous ce nom, par allusion à leur couleur qui est d'un jaune vineux (1), sont les plus volumineuses de toutes celles qu'on rencontre dans l'organisme des Insectes. Wielowiejski, qui les a le premier signalés chez les larves de *Chironomus* et de *Corethra*, a attiré l'attention sur leur disposition en grappes, sur leurs relations avec les trachées et sur leur distribution métamérique (Fig. 84).

Bien qu'ils soient toujours plus ou moins rattachés aux autres cel-

(1) Du grec : *oinos* vin et *kutos* cellule.

lules du corps adipeux par de fins prolongements, les œnocytes doivent avoir une signification absolument différente, ils tirent, en effet, leur origine de l'ectoderme, tandis que le corps adipeux aurait, comme on l'a vu (p. 140). une origine entodermique.

Je sais qu'il ne faut pas attacher une importance trop grande à ces questions d'origine ; mais, il n'en est pas moins vrai qu'ici, la disposition métamérique de ces cellules, leur apparition précoce et leur existence chez tous les Insectes, indiquent que ce sont des organes importants. Malheureusement, jusqu'ici, les fonctions des œnocytes sont totalement inconnues.

4° **Organes lumineux.** — Les organes lumineux que l'on peut observer chez un certain nombre d'Insectes, sont constitués par diverses régions spécialisées du corps adipeux. Ils consistent, généralement, en amas de cellules polygonales, situées immédiatement au-dessous de l'hypoderme et au milieu desquelles se distribuent des nerfs et de nombreuses trachées (Fig. 86).

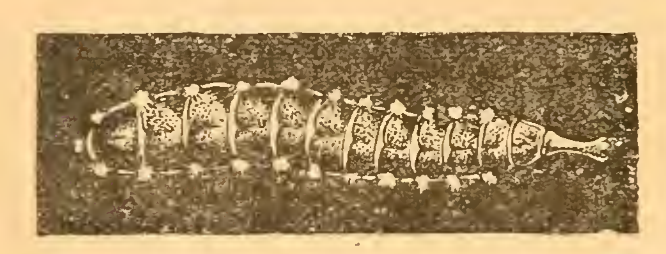


Fig. 86. — La nymphe lumineuse du *Phengodes laticollis*. Col. (d'après F. Henneguy).

On peut observer les organes lumineux principalement chez les Coléoptères (*Lampyre*, *Pyrophore*, etc.) ; les autres groupes d'Insectes où l'on a également signalé des espèces phosphorescentes ne sont pas très nombreux ; voici ceux qui sont connus jusqu'à ce jour :

Parmi les Névroptères, deux genres d'Ephémérides : *Cœnis* et *Teloganodes*.

Parmi les Lépidoptères, deux chenilles de Noctuélides : *Agrotis occulata* et *Mamestra oleracea*.

Enfin, plusieurs larves de Diptères: *Culex*, *Chironomus*, *Thyreophora*, etc.

Il est très probable que, parmi les cas de phosphorescence observés chez les Insectes, un certain nombre sont dus à la présence accidentelle de bactéries photogènes, soit à la surface du corps, soit dans l'intérieur des tissus ; quelques-uns n'ont, en effet, été observés qu'une fois. C'est ainsi que la phosphorescence de *Lipura noctiluca*, signalée par R. Dubois, et même celle du classique *Fulgore porte-lanterne*, décrite par Mlle Sybille de Merian, n'ont jamais

être constatées à nouveau par les entomologistes qui ont examiné ces Insectes à l'état vivant.

Quoi qu'il en soit, comme les propriétés photogéniques sont surtout répandues chez les Coléoptères, nous ferons l'étude complète des organes producteurs de lumière dans le volume de l'E.S. qui traitera de l'anatomie de ces Insectes.

5° Organes spléniques. — Enfin, nous signalons ici, simplement à titre documentaire, les amas cellulaires que Kowalewsky a désignés sous le nom de rate, et qui n'ont jusqu'ici été étudiés que chez les Orthoptères. Cuénot, qui les a retrouvés chez les *Gryllus*, pense qu'il ne s'agit, en réalité, que de simples amas de phagocytes ; ce sont, pour lui, de jeunes globules sanguins adaptés à la défense de l'organisme.

TROISIÈME PARTIE

Fonctions de Relations.

Chez les Insectes, de même que chez les animaux supérieurs, les fonctions de relations sont accomplies par :

1° L'*appareil locomoteur*, constitué, comme toujours, par deux sortes d'organes ; des organes *passifs*, pièces de l'exosquelette, déjà décrites, Chap. II ; et des organes *actifs*, ensemble des muscles.

2° L'*appareil nerveux* avec ses annexes les organes des sens.

CHAPITRE XIII

APPAREIL MUSCULAIRE.

Technique. — Enlever, avec une pince fine, la carapace chitineuse d'un Insecte ailé quelconque, au niveau de l'insertion des ailes ; on découvre ainsi une masse musculaire volumineuse ; ce sont les muscles jaunes des ailes. On découpe, avec des ciseaux fins, une tranche de cette masse, et on la dissocie dans une goutte d'eau sur une lame de verre avec une aiguille. La tranche musculaire se décompose d'elle-même en fibrilles. Pour bien distinguer la striation transversale des fibres, il faut employer un grossissement de 350 diamètres environ.

1° **Disposition générale des muscles.** — Il est impossible de dire quoi que ce soit de général sur l'arrangement des muscles, car aucun travail n'a été entrepris, en vue de

comparer, sous ce rapport, les différents ordres de la classe des Insectes. La plupart des auteurs qui ont abordé l'étude de l'appareil locomoteur actif, n'ont eu en vue que le fonctionnement ou la structure intime de la fibre musculaire. Pour les études d'ensemble, on ne peut guère citer que la célèbre monographie du Hanneton, par Straus-Durkheim, écrite il y a déjà bien longtemps et où l'appareil musculaire est décrit avec un grand luxe de détails ; puis les travaux, si minutieux et si précis, de Charles Janet sur l'anatomie des Fourmis. Toutefois, c'est au travail de Straus-Durkheim (p. 17) que nous emprunterons presque tous les détails qui vont suivre, relativement à la forme et à la distribution des muscles dans le corps des Insectes (1).

En général, la disposition des muscles, comme celle du corps lui-même, est métamérique ; chaque anneau possède un système particulier de muscles, qui servent en même temps à le rattacher aux anneaux voisins. Toutefois, dans la région thoracique, les muscles perdent leur disposition primitive, et il s'en développe d'autres, uniquement destinés à produire les mouvements des ailes et des pattes ; en général, ces muscles, d'origine adaptative, s'insèrent, non plus sur la bordure des sclérites, mais sur des prolongements internes de la carapace chitineuse (*apodèmes*).

Les muscles sont formés de fibres faciles à dissocier par l'action de l'alcool; ces fibres sont toujours striées transversalement ; les fibres lisses étant, comme on le sait, rares chez les arthropodes.

(1) Le travail de cet auteur sur le *Melolontha vulgaris* (1828) et l'anatomie de la Chenille du *Cossus ligniperda* par Lyonet (1762) sont jusqu'ici les seuls ouvrages où la myologie des Insectes soit traitée d'une façon à peu près complète.

Enfin, les diverses parties du squelette des Insectes présentant les mêmes modes d'articulation que chez les Vertébrés, il en résulte que les muscles peuvent être rationnellement classés d'après leurs fonctions : *extenseurs*, *fléchisseurs*, *abducteurs*, etc., plutôt que d'après leur forme. Le nombre des muscles étant très grand (1), nous nous contenterons de citer les principaux parmi ceux qui, dans les trois régions principales du corps, remplissent les plus importantes fonctions.

A. Muscles de la tête. — Les muscles de la tête peuvent se partager en deux groupes, ceux qui déterminent les mouvements généraux de la tête (*muscles céphaliques*) et ceux qui appartiennent aux appendices (*m. masticateurs* et *m. antennaires*).

1° *Muscles céphaliques.* — Ils sont au nombre de quatre paires ; les trois premières servent aux mouvements de flexion et d'élévation de la tête ; suivant l'action qu'ils doivent produire ils s'attachent, par l'une de leurs extrémités, au bord supérieur ou inférieur de l'ouverture prothoracique, et, par l'autre, au bord correspondant de l'ouverture occipitale.

La 4e paire consiste en deux larges muscles fixés sur les côtés des ouvertures prothoracique et occipitale. Si l'un d'eux se contracte seul, il fait, selon le cas, tourner la tête à droite ou à gauche ; s'ils se contractent tous les deux en même temps, le cou rentre dans l'intérieur du prothorax.

2° *Muscles masticateurs.* — Les mandibules, n'étant composées que d'une seule pièce, n'ont que deux muscles, un *extenseur* pour les écarter et un *fléchisseur* pour les rapprocher.

Les mâchoires, au contraire, étant formées de plusieurs pièces et portant des appendices mobiles (*palpes maxillaires*), sont mises en mouvement par neuf paires de muscles symétriques. Chacun des palpes possède également deux muscles antagonistes, l'un extenseur, l'autre fléchisseur.

(1) Lyonet en a compté 4061 dans la chenille du *Cossus ligniperda*, mais il regardait comme tels de simples fibres isolées, qui n'auraient pas dû entrer en ligne de compte.

3° *Muscles antennaires.* — Les antennes possèdent chacune trois muscles principaux : un extenseur pour les écarter à droite et à gauche ; un élévateur pour les mouvements verticaux de bas en haut ; puis, enfin, un fléchisseur antagoniste des deux premiers.

En résumé, dans la tête des Coléoptères — il en est probablement de même chez tous les Insectes — il n'y a pas moins de quarante muscles, sans compter ceux qui servent à faire mouvoir isolément les articles des palpes et ceux des antennes.

B. Muscles du thorax. — Le thorax possède, comme on pouvait s'y attendre, deux espèces de muscles : les uns servent à relier entre eux les trois segments thoraciques ; les autres sont destinés aux mouvements des pattes et des ailes (Fig. 87).

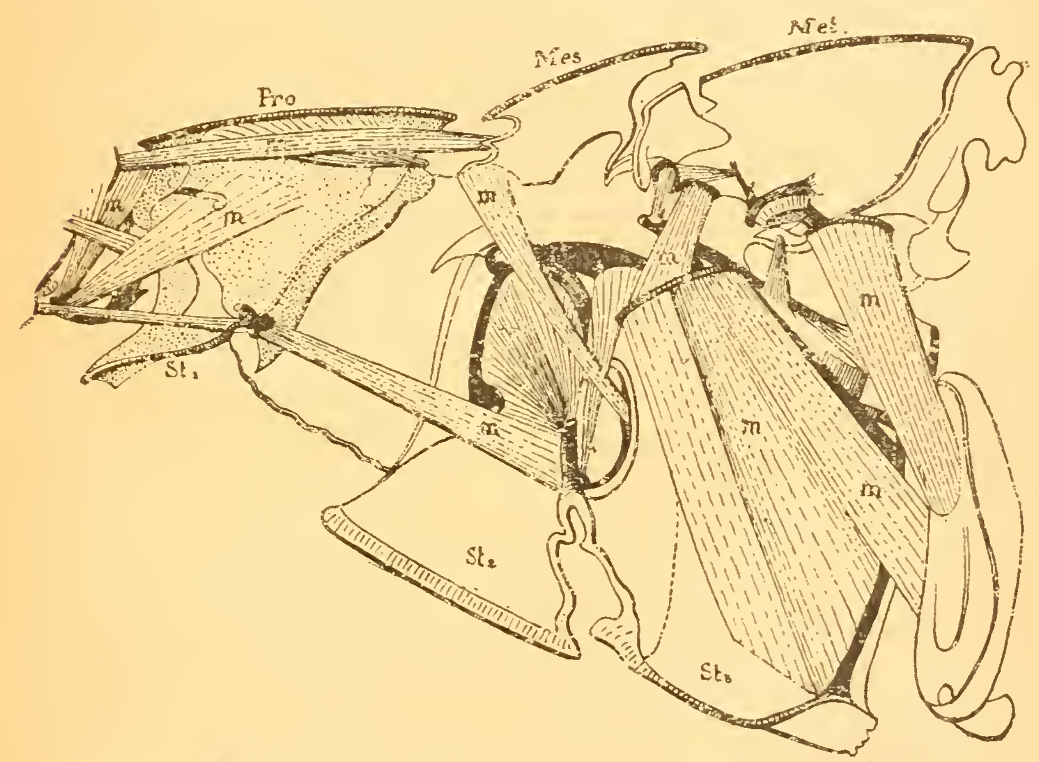


Fig. 87. — Musculature du thorax chez un Insecte ; *Hydrophilus piceus*, *Pro*, pronotum ; *Mes*, mésonotum ; *Met*, métanotum ; *St*, prosternum ; *Str*. mésosternum ; *Stz*, métasternum (d'ap. Berlese).

1° Muscles propres du thorax. — Ces muscles sont au nombre de vingt : quatre paires dans le prothorax et trois paires dans chacune des deux subdivisions suivantes ; chose remarquable, presque tous ces muscles ont l'une au moins de leurs insertions sur les bords du mésothorax.

2° **Muscles des ailes.** — Les trois paires de muscles propres du mésothorax et du métathorax jouent un rôle actif dans les mouvements des ailes; toutefois, leur rôle n'est que secondaire et indirect. Les véritables muscles des ailes sont au nombre de trois, deux extenseurs et un fléchisseur. Le principal extenseur naît sur le bord latéral du sternum ; il se porte ensuite transversalement (*obliquement*) à la base de l'aîle du côté opposé, où il s'insère par un tendon aplati. Le second extenseur, plus grêle que le précédent, naît un peu en arrière, également sur la paroi latérale du sternum ; il suit la direction du premier jusqu'à la base de l'aile, mais là, il s'en sépare pour s'insérer sur la nervure costale.

Il convient de noter que, chez les Coléoptères, les extenseurs des élytres sont très grêles puisque ces organes n'exécutent aucun mouvement pendant le vol. C'est l'inverse chez les Hémynoptères, où « les ailes inférieures sont dépourvues de musculature et resteraient immobiles si elles n'étaient accrochées aux ailes supérieures et entraînées par elles. »

Le fléchisseur, beaucoup plus faible que les extenseurs, naît « de la partie supérieure des branches des entothorax (*apodèmes*) et se porte aux ailes *du côté opposé*, où il se divise en plusieurs branches qui s'attachent sur autant de ces petites pièces cornées qui existent à la base de l'aile et que Jurine a décrites sous le nom d'*osselets*. »

Il y a de sérieuses réserves à faire ici, relativement au rôle et à la disposition des muscles moteurs de l'aile indiqués par Lacordaire (*loc. cit.* p. 259). Les figures schématiques données par Graber (*loc. cit.* p. 207) et par Henneguy (*loc. cit.* p. 110), ne concordent pas avec la manière de voir de Straus. Ces derniers auteurs, notamment, ne parlent pas du *croissement* des muscles indiqué par Straus-Durckheim ; il serait cependant bien extraordinaire que cette disposition fût particulière aux Coléoptères.

Théorie du vol. — Un grand nombre d'auteurs ont essayé, avec peu de succès d'ailleurs, d'expliquer le mouvement des ailes chez les Insectes ; le seul point sur lequel ces auteurs soient d'accord, c'est que le mécanisme du vol, chez les Insectes, n'est, en aucune façon, comparable à celui des Oiseaux.

Les expériences de Marey l'ont amené à conclure que, dans l'acte du vol, le mouvement imprimé aux ailes par les muscles du thorax est peu compliqué ; c'est un simple mouvement de va-et-vient dans

un plan perpendiculaire à l'axe du corps ; la résistance de l'air oblige ensuite l'aile à s'incliner dans toutes les directions ; il résulte de ce double mouvement qu'un point fixe de l'extrémité de l'aile décrit une trajectoire en forme de 8 (Fig. 88.) Mais comment, dit M. Ch. Janet, les muscles vibrateurs du vol, qui ne s'insèrent pas directement sur l'aile, mais sur squelette tégumentaire du mésothorax, peuvent-ils produire ce mouvement de va-et-vient ? C'est là, en effet, le point délicat de la question. Les auteurs n'étant pas d'accord sur ce sujet, nous allons envisager les deux opinions qui nous paraissent rendre le mieux compte des cas observés.

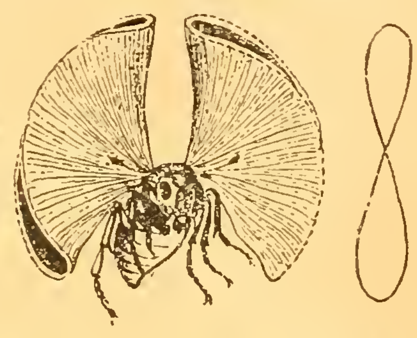


Fig. 88. — Aspect des ailes d'une Guêpe pendant le vol (d'après MAREY).

D'après Graber, la nervure principale de l'aile se prolongerait à l'intérieur du thorax sous forme d'un bras de levier rigide, très court, qu'il désigne sous le nom de pédicelle ; le point d'appui de ce levier serait au contact du sclérite dorsal (Fig. 89) ; deux muscles h et k, sont fixés de chaque côté du point d'appui ; lorsque le muscle h (*élévateur*) se contracte, l'aile est soulevée ; elle est au contraire abaissée ; lorsque c'est le muscle k qui se raccourcit. Cette explication, trop simpliste assurément, ne tient malheureusement aucun compte des mouvements vibratoires qui animent les parois du thorax pendant le vol. Ces mouvements cependant sont très nets et on peut les percevoir facilement lorsqu'on place le doigt sur le dos d'un Insecte (*Hyménoptères*, *Diptère*) alors que les ailes fonctionnent.

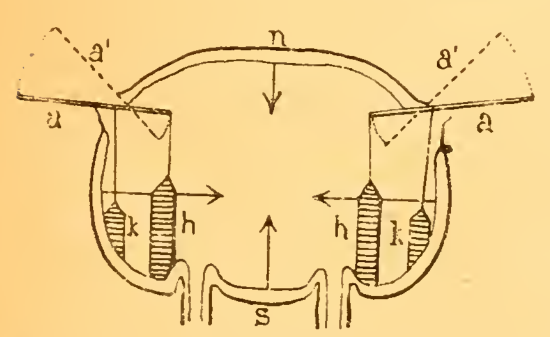


Fig. 89. — Schéma destiné à expliquer le mouvement des ailes. *a*, *h*, muscles élévateurs ; *k* muscles abaisseurs ; *n*, notum ; *s*, sternum (d'après GRABER).

L'explication proposée par M. Charles Janet me paraît beaucoup plus acceptable.

Les ailes, couchées longitudinalement le long du corps, sont tout d'abord amenées dans la position voulue pour le vol par de petits muscles de mise en place. Ensuite, la contraction des muscles vibra-

teurs transversaux abaisse la voûte supérieure du thorax, ce qui imprime un mouvement de bascule à la plaque chitineuse supportant la base de l'aile : celle-ci se trouve donc soulevée ; elle s'abaisse au contraire lorsque la paroi supérieure du thorax se relève sous l'action des muscles vibrateurs longitudinaux. La Fig. 90 rend compte de tous ces mouvements beaucoup mieux que ne le pourrait faire une longue description.

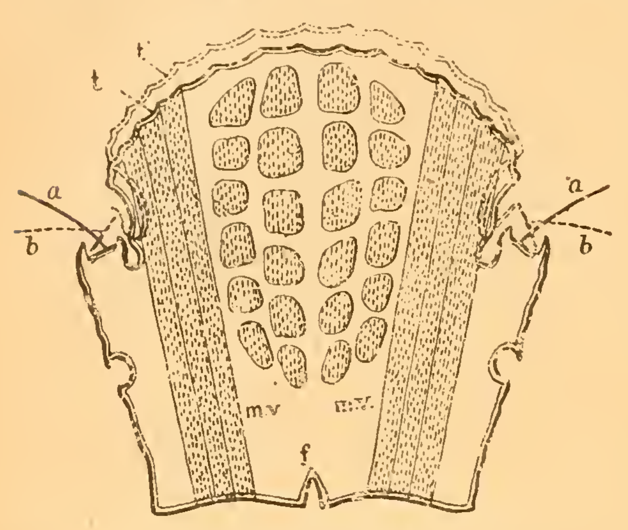
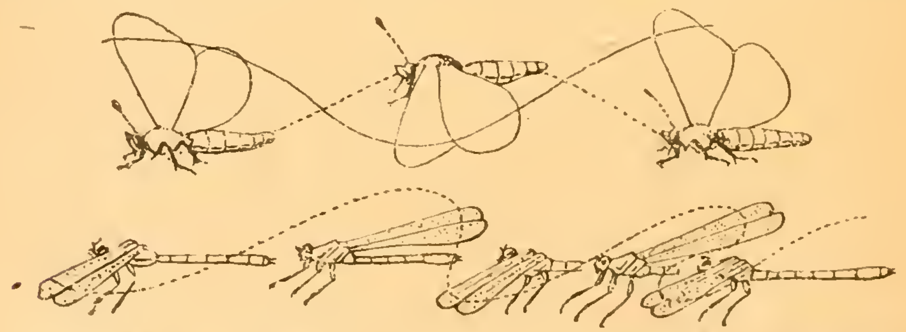


Fig. 90. — Positions successives des ailes *a* et *b*, pendant les mouvements de vibration du thorax ; *t*, paroi supérieure du thorax pendant la contraction des muscles ; *t'*, la même pendant le relâchement ; *mv*, muscles vibrateurs ; *f*, furca (d'après Ch. Janet).

Notons, pour terminer ce paragraphe très controversé de la mécanique entomologique, que le battement des ailes ne se fait pas absolument de la même manière chez tous les Insectes. Dans certains groupes, comme par exemple chez les Agrionides, étudiés par Lowne, les ailes se meuvent presque parallèlement à l'axe du corps ; tandis que chez certains


Fig. 91. — Diagramme du vol chez les Insectes ; en dessus chez les Lépidoptères : en dessous chez les Névroptères (d'après Woodworth).

Lépidoptères (*Piérides*), elles battent dans une direction sensiblement verticale (Fig. 91).

3° **Muscles des pattes.** — Étant données la grande mobilité de ces organes et leur division en articles, la musculature des pattes est beaucoup plus riche que celle des ailes. Ainsi, il existe, dans les

pattes du Hanneton commun, d'après Straus, quatre extenseurs et un fléchisseur pour les hanches antérieures et postérieures ; deux extenseurs seulement et trois fléchisseurs pour les hanches intermédiaires. Tous ces muscles prennent naissance à la partie interne du tergum et s'insèrent ensuite, à l'intérieur des hanches, suivant les mouvements qu'ils doivent produire.

La cuisse est actionnée par un seul muscle, dont le corps est contenu dans le trochanter.

Les muscles, produisant les mouvements des tibias, sont logés dans les cuisses ; il existe un extenseur et un fléchisseur. Chacun des articles des tarses possède aussi deux muscles ; ces muscles sont logés dans les tibias correspondants et se prolongent jusqu'aux divers articles à l'aide de tendons allongés. Enfin, le dernier article des tarses renferme deux muscles destinés aux mouvements des crochets qui le terminent.

C. Muscles de l'abdomen. — L'absence de membres entraîne une simplification notable de la musculature dans cette région ; on n'y trouve guère, en effet, que les muscles destinés à faire mouvoir les anneaux les uns sur les autres, ou bien l'abdomen dans son ensemble. Presque tous les muscles abdominaux se ressemblent : ce sont de minces bandelettes aplaties et dépourvues de tendons, qui s'insèrent, d'une part au bord antérieur d'un segment, de l'autre au *bord opposé* de l'anneau suivant. Il en résulte que, lorsque les faisceaux musculaires dorsaux se contractent, l'abdomen se relève ; il s'abaisse au contraire, si ce sont les muscles ventraux qui agissent.

II° **Structure des muscles.** — La structure intime et les propriétés des muscles sont à peu près identiques dans toute la série animale ; les Insectes présentent cependant, sous ce rapport, certaines particularités qui les distinguent des Vertébrés et qui sont l'indice d'une très lointaine adaptation. Nous résumerons ici les faits les plus importants, mis en lumière par les belles recherches de Leydig (1855) et de Weismann (1862) (1).

(1) Il y a de si grandes variations dans la terminologie des auteurs que nous ne pouvons songer à rétablir ici les concordances. Nous adoptons la terminologie de Prenant, *Cytologie*, Paris, Schleicher, 1904, p. 429.

Weismann a reconnu trois types principaux de faisceaux primitifs (*fibres musculaires*) chez les Insectes.

1° Chez les larves, chaque fibre possède un sarcolemme (*enveloppe*) renfermant une substance contractile ; entre le sarcolemme et la masse contractile se trouvent généralement des noyaux ; nous avons donc là l'aspect ordinaire de la fibre musculaire jeune chez les Vertébrés (Fig. 92).

2° Dans les muscles moteurs des pattes, chez les Insectes adultes, chaque fibre musculaire est encore revêtue d'un sarcolemme, mais la substance contractile interne, ainsi que Leydig l'a indiqué le premier, est parcourue par un canal, à l'intérieur duquel on trouve de nombreux noyaux alignés (Fig. 93).



Fig. 92. — Fibres musculaires et une fibrille isolée (d'après LANG).

3° Dans les muscles moteurs des ailes (*muscles jaunes de Leydig*), les fibres sont dépourvues de sarcolemme; elles sont composées chacune d'un paquet de fibrilles séparées les unes des autres par une substance demi fluide, ce qui explique pourquoi la dissociation de ces fibres est si facile.

Nous ne discuterons pas le fait de savoir si ces fibrilles, des faisceaux de l'aile, sont réellement les unités physiologiques du muscle ; ou bien si, comme le veulent Grumbach et Ranvier, elles sont les homologues des colonnettes musculaires des Vertébrés.

Striation transversale des fibres. — Nous avons déjà dit que — par une remarquable exception — presque tous les muscles du corps des Insectes étaient striés, même ceux du tube digestif ; la striation est même parfois tellement compliquée (ex. : *Lucane*) qu'on

n'en a jamais observé de pareille chez les Vertébrés. Nous citerons seulement ici l'exemple classique de l'Hydrophile. Une fibrille isolée des muscles jaunes du thorax, nous montre la succession ordinaire des disques clairs et des disques sombres, avec, au milieu de ces derniers, la strie de Hensen (Fig. 92). Une fibrille analogue, mais prise dans les muscles de la patte, présente deux stries de Hensen. D'autres Insectes, tels que le Lucane, les Orthoptères montrent fréquemment des fibrilles d'une striation encore plus riche (Fig. 92).

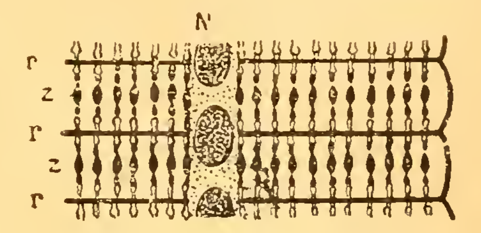


Fig. 93. — Schéma de la striation d'une fibrille ; *N*. noyaux ; *r*, réseau transversal produisant la ligne de Dobie ; *c*, épaississement des trabécules longitudinaux produisant la strie de Hensen (d'après Ch. Janet).

Notons enfin, pour terminer ce sujet difficile, l'intéressante observation faite par notre collègue, M. le Dr Charles Lefeuvre, sur le pattes sauteuses des Orthoptères (*Decticidés*) ; M. Lefeuvre a constaté, sur des fibrilles isolées, que le système de striation du muscle extenseur était beaucoup plus compliqué que celui du fléchisseur. C'est la première fois, il nous semble, qu'une variation de structure aussi nette est signalée sur deux muscles de même fonction, mais accomplissant un travail différent.

On peut en conclure que la striation transversale du myoplasma est réellement fonction du travail que la fibre musculaire exécute.

III° Insertion des muscles sur les téguments. — On a cru pendant longtemps que les fibres musculaires des Insectes venaient s'attacher sur la paroi chiniteuse des téguments en traversant simplement l'hypoderme avec lequel elles n'avaient aucune relation. Depuis les beaux travaux de M. Ch. Janet, on sait que cette manière de voir n'est point exacte. En réalité, au moment où la fibre musculaire va s'attacher au tégument, elle commence tout d'abord par s'accoler à une cellule hypodermique (Fig. 94, A) ; on voit alors naître, à l'intérieur de cette cellule, des filaments chitineux destinés à rattacher la fibre à la paroi solide du corps ; il est rare que les choses en restent là ; ordinairement, l'insertion a besoin d'une plus grande solidité, alors la cellule hypodermique tout entière se soulève autour de l'extrémité de la fibre ; celle-ci se trouve donc logée dans une sorte de cupule fibreuse très résistante, ayant ses racines tendineuses jusque dans l'épaisseur de la cuticule (Fig. 94, B).

Si la fibre musculaire paraît traverser l'hypoderme, ce n'est qu'une apparence ; en réalité, c'est une cellule hypodermique modifiée et allongée en forme de tendon qui lui a fourni l'insertion dont elle avait besoin (Fig. 94, C).

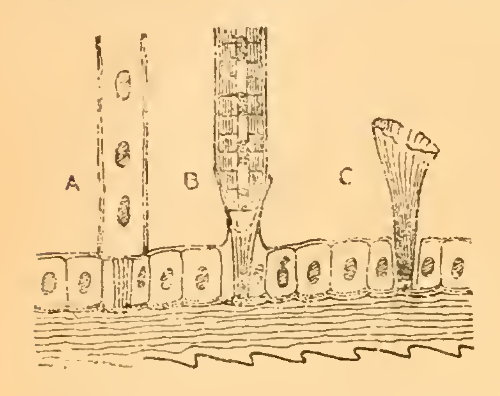


Fig. 94. — Rapports des fibres musculaires avec les téguments. Schéma (d'après Ch. Janet).

IV° Force musculaire des Insectes. — Les Insectes font preuve d'une force musculaire remarquable, lorsqu'ils marchent sur une surface horizontale ; sous ce rapports ils sont très supérieurs aux Vertébrés. Ainsi, par exemple, un Lucane peut tenir, entre ses mandibules, en élevant et en abaissant alternativement la tête et le thorax, une règle d'acier pesant 400 grammes, tandis que son propre poids à lui-même, ne dépasse pas deux grammes (*M. de Lucy*).

Pour rendre ces faits plus saisissables, F. Plateau (1) a réalisé une série d'expériences ingénieuses et très démonstratives ; il a fait traîner des petits chariots, véritables balances dynamométriques, par de lourds Hannetons transformés en bœufs, et il a constaté ce fait important : c'est qu'en général, la puissance musculaire est en raison inverse de la taille, les plus petits Insectes étant capables de déployer les plus grands efforts.

Enfin, Plateau a encore établi que, toutes proportions gardées, un Hanneton est vingt fois plus fort qu'un cheval : en effet, un cheval ne peut exercer un effort supérieur à 1/67 de son poids, alors qu'un Hanneton peut facilement traîner 14 de ses pareils.

(1) Plateau (F.). — 1. T. XX. p. 732-757 ; T. XXII. p. p. 283-308.

CHAPITRE XIV

APPAREIL NERVEUX ET ORGANES DES SENS.

Technique. — Les grands Orthoptères (*Locuste* ou *Dectique*) conviennent très bien pour cette recherche.

Après avoir ouvert l'Insecte en dessus, on enlève tous les organes internes. La chaîne nerveuse se distingue alors facilement ; elle est placée sur la ligne médiane du corps, en contact avec le tégument inférieur.

Les recherches modernes ont montré qu'il existe, chez les Insectes, de même que chez les animaux supérieurs, un double système nerveux, l'un (*système viscéral* ou *stomogastrique*) commande tous les organes de la vie végétative ; l'autre (*système central*) préside à la coordination de tous les phénomènes sensitifs et locomoteurs.

1° **Système nerveux central.** — Si nous appliquons les idées de Paul Mayer à l'étude des organes de la sensibilité, nous pouvons poser en principe que le *Protentomon*, c'est-à-dire le type ancestral des Insectes, possédait un système nerveux ainsi constitué : 1° dans la tête, une masse nerveuse mamelonnée (*ganglions cérébroïdes*) reposant immédiatement sur l'œsophage et paraissant correspondre au cerveau des Vertébrés (Fig. 95) ; cette masse nerveuse sus-œsophagienne est réunie, par des cordons passant à droite et à gauche du tube digestif (*collier œsophagien*), à une autre masse placée, celle-là, au-dessous de l'œsophage, et nommée, à cause de ce fait, masse sous-œsophagienne (*ganglions sous-œsophagiens*).

Les ganglions cérébroïdes envoient des ramifications nerveuses aux yeux, aux antennes et à la lèvre supérieure ; la masse sous-œsophagienne innerve toutes les autres pièces de la bouche et les glandes salivaires, lorsqu'elles existent. Les ganglions sous-œsophagiens sont eux-mêmes réunis à une série de ganglions, disposés par paires dans toute l'étendue du thorax et de l'abdomen, et qui constituent la *chaîne nerveuse ventrale* (Fig. 96). Théoriquement, on devrait toujours trouver trois paires de ganglions thoraciques et onze paires de ganglions abdominaux; mais cette disposition primitive ne se rencontre guère que chez les larves ; chez les adultes, il se produit fréquemment des contractions de la chaîne nerveuse qui amènent la fusion des masses ganglionnaires ; quelquefois même, cette fusion est poussée si loin, que toute la chaîne ventrale est contractée en une grosse masse nerveuse située dans le thorax (*Sarcophaga carnaria*).

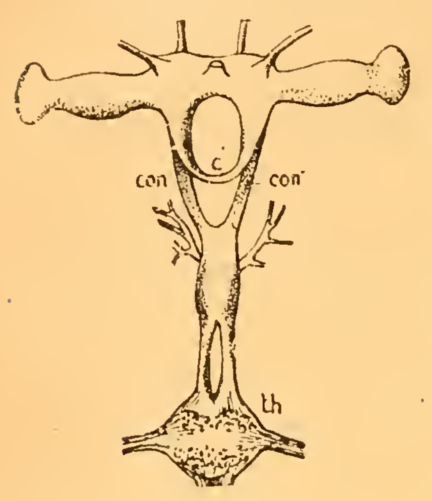


Fig. 95. — Cerveau d'un insecte Névroptère. *con*, connectifs formant le collier œsophagien (d'après VAYSSIÈRE).

CERVEAU (*ganglions sus-œsophagiens*). — Il est impossible de comprendre la morphologie du cerveau si l'on ne possède quelques notions préalables sur son développement.

Tout à fait au début de la vie embryonnaire, ainsi que l'a établi Wheeler, le système nerveux d'un Insecte comprend dix-neuf paires de ganglions primitifs, appelés *neuromères* (1) ; disposées les unes à la suite des autres,

(1) Le nombre théorique devrait être vingt.

dans toute l'étendue du corps (Fig. 97) ; les six paires antérieures de ces ganglions rentreront dans l'intérieur de la tête; quant aux treize autres paires qui suivent, elles serviront à former la suite de la chaîne ventrale, dans le thorax et dans l'abdomen. Ce sont surtout les neuromères céphaliques dont le sort nous intéresse; elles correspondent, cela se conçoit facilement, aux six métamères dont nous avons déjà parlé (p. 58), et qui se sont fusionnés pour former la tête de l'insecte.

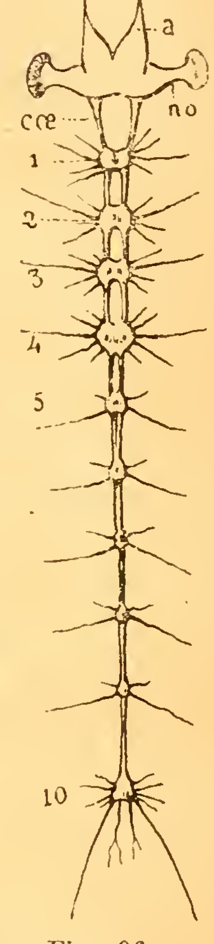


Fig. 96. — Le cerveau et la chaîne ventrale de la *Locuste verte*.— 1. ganglions sous-œsophagiens ; 2.3.4.ganglions thoraciques ; 5-10 gangl. abdominaux.

Ce sont les trois premières paires de neuromères céphaliques, qui vont se fusionner pour donner le cerveau proprement dit; et les masses nerveuses, qui résulteront de cette fusion, correspondent précisément aux trois régions que Viallanes avait déjà distinguées chez les adultes et qu'il avait désignées sous les noms de *protocerebron*, *deutocerebron* et *tritocerebron*.

Les trois paires suivantes de neuromères céphaliques (n°s 4, 5, 6), se rapprochent également les unes des autres, et, de leur fusion, résulte la *masse ganglionnaire sous-œsophagienne*; toute cette masse nerveuse, placée comme on le sait, en arrière de la bouche, et au-dessous de l'œsophage, est, en réalité, le début de la chaîne ventrale.

Le cerveau est déjà hautement spécialisé (Fig. 98) ; et, il y a déjà bien longtemps, qu'un des plus savants maîtres de notre Université, le professeur Dujardin, avait proclamé qu'il existe une relation entre sa compli-

cation et le degré d'intelligence des Insectes ; c'est, en effet, chez les Hyménoptères sociaux (*Abeilles*, *Guêpes*, *Fourmis*), qu'il présente son maximum de différenciation.

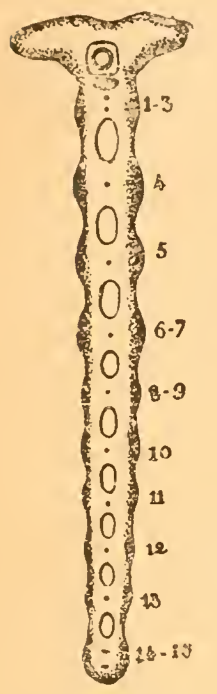


Fig. 97. — Développement du cerveau et de la chaîne ventrale du *Xiphidium ensiferum*. Orth. (d'après Wheeler).

Il en est de même, d'ailleurs, en ce qui concerne les organes des sens; chez les Libellules, par exemple où les yeux sont très larges, les ganglions optiques correspondants sont très développés. Par contre, chez les Insectes privés d'yeux, tels que les Coléoptères cavernicoles (*Anophthalmus*), les ganglions optiques sont complètement atrophiés; ils disparaissent même, ainsi que les nerfs, chez les *Adelops*, lesquels conservent cependant, comme on le sait, des vestiges de facettes oculaires.

Chaine ventrale. — La chaîne nerveuse ventrale, qui commence aux ganglions sous-œsophagiens, s'étend normalement — lorsqu'il ne s'est produit aucune concentration, — jusqu'à l'extrémité postérieure du corps; elle est généralement protégée, dans la région du thorax, par des replis internes des téguments. La dernière masse nerveuse de la chaîne ventrale résulte, presque toujours, de la fusion de deux ou trois paires de ganglions, qui envoient des ramifications nerveuses au rectum et à l'appareil génital (Fig. 96).

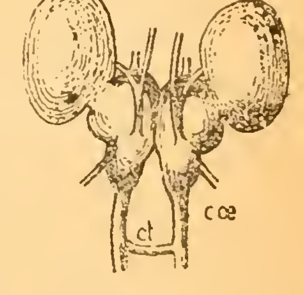


Fig. 98. — Cerveau du Criquet bleuâtre ; *cœ*, connectifs œsophagiens ; *ct*, commissure transverse de l'anneau œsophagien (d'ap. Viallanes).

Les nerfs, qui naissent de la chaîne ventrale, renfer-

ment deux sortes de fibres : des fibres *sensitives*, dont les racines paraissent se rattacher à la face inférieure des ganglions, et des fibres motrices se rattachant à la partie dorsale. Il paraît même résulter, des recherches de Faivre et de Viallanes, que les fibres nerveuses qui proviennent des ganglions cérébroïdes subissaient un véritable entre-croisement.

2° Système nerveux viscéral. — Le système nerveux viscéral présente, chez les Insectes, une très grande uniformité; d'après Blanchard, on peut y distinguer trois parties principales (Fig. 99):

1° Les ganglions et les nerfs de l'appareil digestif.

2° Les ganglions et les nerfs du vaisseau dorsal avec ceux des trachées.

3° Les ganglions et les nerfs des stigmates.

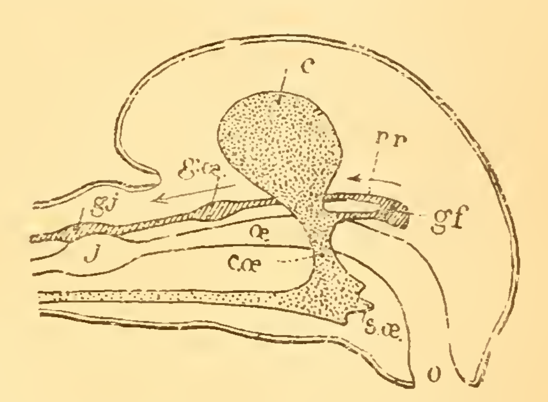


Fig. 99. — Coupe longitudinale de la tête d'un Insecte. *Blatte orientale* ; *o*, bouche ; *œ*, œsophage ; *j*, jabot ; *c*, cerveau ; *cœ*, collier œsophagien ; *sœ*, ganglions sous-œsophagiens ; *gf*, ganglion frontal ; *nr*, nerf récurrent ; *gœ* et *gj*, ganglions du tube digestif (imité de LANG).

1° *Innervation du tube digestif.*— Il existe trois renflements nerveux (*ganglions intestinaux*) situés en dessus, sur la ligne médiane du tube digestif.

Depuis Lyonet, tous les auteurs ont donné, au premier de ces amas nerveux, le nom de *ganglion frontal*, parce qu'il est toujours placé en avant du cerveau, dans la partie antérieure de la tête (Fig. 99, gf).

Ce ganglion, en forme de triangle renversé, est relié de chaque côté au cerveau par deux cordons nerveux qui viennent s'insérer à la base des nerfs antennaires. De son sommet part, en arrière, un nerf unique (*nr.*) qui suit la ligne médiane de l'œsophage et va passer sous les ganglions cérébroïdes : c'est le *nerf récurrent*. Ce nerf continue à descendre le long de la face supérieure du tube digestif et

se renfle, en deux petits ganglions ovoïdes, allongés, qui émettent des branches nerveuses très fines s'étendant sur le gésier et jusque sur le ventricule chylifique.

2° *Innervation du vaisseau dorsal et des trachées.* — Les ganglions destinés à l'appareil circulatoire (*ganglions angéiens*) sont au nombre de deux paires ; ils sont placés à la partie supérieure de l'œsophage (Fig. 100 *a* et *a'*) et appliqués, en dessous, contre le vaisseau dorsal ; ces deux ganglions sont réunis par une commissure très courte ; ils sont, de plus, l'un et l'autre, rattachés au cerveau (*b*) par de minces filets nerveux, et les ramifications qui en partent se distribuent au cœur et à l'aorte.

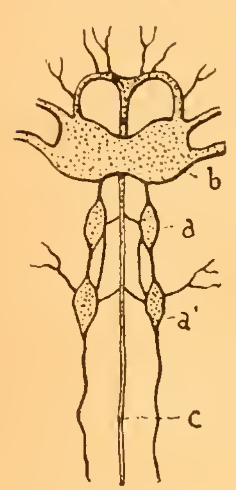


Fig. 100. — Relations entre le système nerveux central et le système viscéral (d'après J. Muller).

A la suite des ganglions angéiens, se trouvent les ganglions trachéens, reliés aux premiers par un connectif très court ; ils fournissent des branches nerveuses aux trachées de la tête, principalement.

3° *Innervation des stigmates.* — Enfin, il existe un troisième appareil, homologue du premier, impair comme lui, et dépendant, celui-là, non plus du cerveau, mais de la chaîne ventrale. Il est constitué par un filet nerveux médian, naissant en arrière de chaque ganglion et descendant entre les deux connectifs. Arrivé près de la masse nerveuse qui suit, ce filet se bifurque et chacune de ses branches, après s'être elle-même renflée en un petit ganglion très allongé, donne un filet grêle qui se rend à l'appareil obturateur de stigmates.

Sauf quelques légères modifications de détail, les dispositions que nous venons de décrire se retrouvent chez tous les Insectes.

4° Physiologie de l'appareil nerveux. — Ce sujet a été jusqu'ici peu exploré, on peut admettre que l'appareil nerveux des Insectes fonctionne suivant les mêmes lois que celui des animaux supérieurs.

CHAPITRE XV

ORGANES DES SENS

Technique. — Pour étudier la cornée de l'œil composé d'un Insecte, il faut prélever une parcelle du tégument chitineux avec la pointe d'un scalpel. Examiner au microscope, dans une goutte de liquide éclaircissant (*baume de Canada* ou *glycérine*).

Bien que la littérature, sur ce sujet, soit très riche, nos connaissances sur les organes des sens sont peu nombreuses et peu précises ; les organes tactiles et ceux de la vision sont les mieux connus ; on sait fort peu de choses sur les autres : ouïe, goût et odorat.

1° Sens du toucher. — Il est certain que les Insectes, malgré la rigidité de leur carapace chitineuse, peuvent percevoir les impressions du toucher par toute la surface de leur corps : certaines régions cependant, ou mieux certains organes, tels que les antennes, les palpes et même les extrémités des pattes, paraissent plus spécialement adaptés à la réception de ces sensations.

Quelle que soit leur nature, les sensations tactiles sont perçues par des poils spéciaux (*poils sensitifs*), qui traversent les téguments chitineux, et dans l'intérieur desquels pénètre un filament sensitif. Des ganglions cérébroïdes et des ganglions sous-œsophagiens partent des branches nerveuses qui se rendent dans les articles terminaux des antennes et des palpes. Là, de nombreuses ramifications latérales, renflées en forme de ganglions, fournissent des prolongements très fins qui pénètrent à

l'intérieur des poils sensitifs. La Figure 101 rend très bien compte de cette disposition.

L'hypothèse qui considère les palpes et les antennes comme les organes du toucher, n'a rien d'invraisemblable; lorsqu'on observe les Insectes à l'état vivant, ne les voit-on pas, en effet, agiter continuellement leurs antennes et leurs palpes, comme s'ils voulaient s'orienter et reconnaître les objets environnants. Tout le monde sait également que, lorsque deux Fourmis ou deux Abeilles se rencontrent, elles se touchent réciproquement avec leurs antennes, afin de se reconnaître et aussi peut-être pour se communiquer leurs impressions.

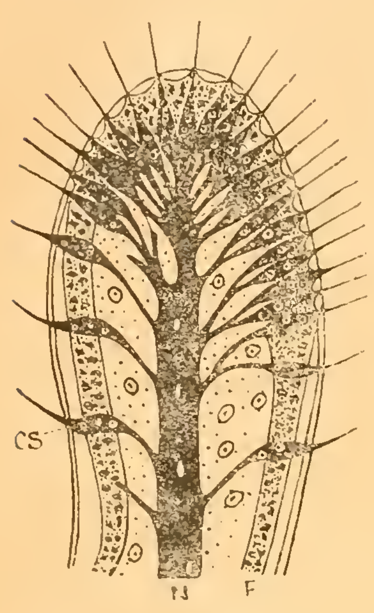


Fig. 101. — Section longitudinale du dernier article d'un palpe de la Sauterelle verte ; *N*. nerf ; *cs*. poils sensitifs (d'après von Rath).

La délicatesse du toucher est certainement très grande chez les Insectes; il est probable qu'ils peuvent acquérir, par cette voie, un grand nombre de sensations dont nous n'avons aucune idée.

2° **Sens du goût.** — Tous les auteurs sont d'accord sur le siège des sensations gustatives; celles-ci ne peuvent être perçues que par une surface spongieuse et humide. L'organe adapté à cette fonction devant forcément être en rapport immédiat avec les aliments, au moment de leur introduction dans le tube digestif, on en conclut qu'il doit se trouver dans la cavité buccale. Les membranes molles, qui tapissent la languette et l'épipharynx, réalisent les conditions nécessaires à cette fonction, et

c'est là, évidemment, qu'on doit placer le siège de la gustation chez les Insectes.

Les organes chargés de recueillir les impressions gustatives sont des poils très délicats, situés au fond de petites fossettes dans lesquelles peuvent s'amasser des liquides. La distribution des poils gustatifs varie suivant les différentes classes d'Insectes.

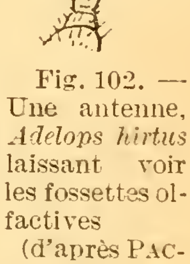


Fig. 102. — Une antenne, *Adelops hirtus* laissant voir les fossettes olfactives (d'après PACKARD).

3° Sens de l'odorat. — Les Insectes sont capables de percevoir les odeurs, ce fait est hors de doute; tout le monde sait, en effet, que les Nécrophores, les Bousiers, les Mouches, sont attirés de fort loin par les substances dont ils se nourrissent; les Abeilles savent très bien découvrir les aliments sucrés, les Guêpes perçoivent sûrement l'odeur des fruits. Mais, si l'olfaction est indiscutable, on est loin d'être exactement fixé sur le siège de cette importante fonction.

Nous n'entrerons pas dans le détail des longues discussions auxquelles ce sujet a donné lieu; nous nous bornerons à dire qu'aujourd'hui, en dépit des expériences contradictoires de Lehmann, de Hensen et de Landois, on peut conidérer les antennes comme étant « principalement » le siège de la fonction olfactive chez les Insectes (Fig. 102).

Il est d'ailleurs très difficile de distinguer les organes olfactifs des organes gustatifs, attendu qu'ils possèdent probablement, à très peu de chose près, la même structure anatomique. Des expériences seraient nécessaires pour séparer, d'une façon précise, ces deux catégories d'organes.

4° **Sens de la vision.** — Comme nous l'avons déjà expliqué précédemment (p. 47), on trouve deux sortes d'yeux chez les Insectes : des yeux simples, *stemmates* ou *ocelles*, caractérisés par leurs dimensions, toujours très petites, et par leur cornée lisse ; puis des yeux composés ou à facettes, généralement beaucoup plus grands que les yeux simples et dont la cornée forme un réseau régulier, très élégant, de mailles circulaires (quelques Coléoptères) ou hexagonales.

A l'état adulte, un grand nombre d'Insectes possèdent, à la fois, des ocelles et des yeux composés ; les ocelles sont, en général, au nombre de trois, placés au sommet ou à la partie antérieure de la tête, entre les yeux à facettes.

A l'exception de quelques Névroptères et des Libellulidés, on ne trouve jamais, chez les larves, que des ocelles placés sur les côtés de la tête et non sur la ligne médiane du corps comme chez les adultes; leur nombre varie, de une à six paires; exceptionnellement, il s'élève jusqu'à vingt chez les larves des Panorpes.

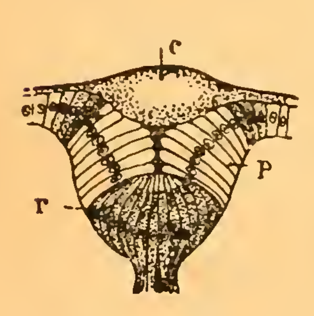


Fig. 103. — Section d'un ocelle chez une jeune larve de Dytique ; *c.* lentille cornéenne; *p.* hypoderme modifié; *r.* cellules rétiniennes (d'ap. GRENACHER).

OCELLES. — Réduits à leur plus simple expression, les ocelles consistent essentiellement en une réunion de *bâtonnets cristallins*, placés sous des cellules hypodermiques modifiées, formant une sorte de cornée transparente ; le tout est recouvert par une portion de la cuticule épaissie en forme de lentille (Fig. 103). Les cellules hypodermiques, placées au fond de l'invagination oculaire (*rétine*), se continuent par des fibres dont l'ensemble

contitue le nerf optique. Si rudimentaires qu'ils soient, ces ocelles sont déjà plus compliqués que les yeux simples des Crustacés inférieurs; on ne peut alors les comparer qu'aux yeux lentifères des Arachnides et des Myriapodes.

Yeux composés. — La structure des yeux composés, chez les Insectes, est absolument identique avec celle que l'on rencontre chez les Crustacés (1). Chaque œil est formé comme on le sait, par une réunion d'*ommatidies*, et chaque ommatidie se compose, d'après Grenacher, de deux parties bien distinctes : un appareil sensitif, la *rétinule*, surmontée d'un appareil dioptrique transparent. La rétinule comprend le *rhabdome* et les *cellules rétiniennes* ou rhabdomères, dont le pied s'effile en une fibre nerveuse (*axone rétinulaire*) qui s'échappe de l'œil à travers la membrane fenêtrée pour gagner le *periopticum*; dans l'appareil dioptrique on trouve : la *cornéule*, les *cellules cristalliniennes* et le *cône cristallinien.* La rétinule et les cellules cristalliniennes sont entourées par des *cellules pigmentaires* (Fig. 104).

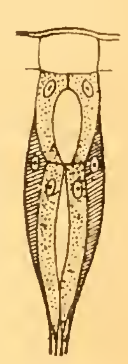


Fig. 104. — Une ommatidie isolée (imité de Grenacher).

A chaque ommatidie correspond donc une cornéule ou épaississement de la couche cuticullaire; il en résulte que la cornée commune est constituée par autant de petites facettes distinctes qu'il y a d'ommatidies.

Grenacher distingue, chez les Insectes, trois espèces d'yeux composés, suivant que les cellules cristalliniennes renferment ou non des *cônes cristallins.*

1° Les yeux *acones* (*sans cristallin*) se rencontrent

(1) Pour les détails, cf : E. Kalt. *Anatomie et Physiologie comparées de l'appareil oculaire* (Encyclop. franç. d'opthalmologie, t. h. II, 1905, p. 685-933. Voir pour les Insectes, p. 736-777 avec fig. 78 509).

chez les Tipulidés, les Forficulidés, les Hémiptères hétéroptères et les Coléoptères (pentamères exceptés).

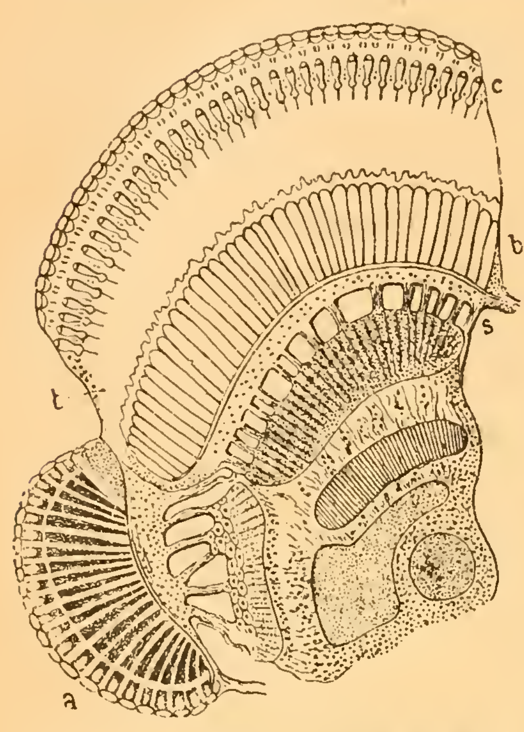


Fig. 105. — Section longitudinale de l'œil composé du *Leptophlebia cincta* Névropt. *C.* zone des cônes cristallins ; *s*, périphérie du nerf optique ; *t*, zone de terminaison des trachées ; *a*, œil latéral ; *b*, zone inférieure des bâtonnets (d'après C. ZIMMER).

2° Les yeux *pseudacones* (*cristallin fluide*), s'observent chez un grand nombre de Diptères (*Muscidés*).

3° Les yeux *eucones* (*cristallin solide*), caractérisent les Coléoptères pentamères, les Hyménoptères, les Orthoptères, les Lépidoptères, etc.

En réalité, la différence qui existe entre les yeux simples et les yeux composés, n'est pas si profonde qu'elle le paraît au premier abord ; elle réside principalement en ceci, que l'œil simple possède une cornée commune, qui recouvre à la fois toutes les ommatidies ; tandis que, dans l'œil composé, chaque ommatidie possède sa cornée spéciale. Il en résulte que, si, comme on le croit, l'ommatidie constitue la partie élémentaire et fondamentale de l'œil des Arthropodes, l'œil à facette peut être considéré comme une agglomération d'yeux simples (Fig. 105).

Le nombre des facettes est très variable suivant les Insectes ; on en compte douze chez les *Lépismes*, cinquante dans les *Fourmis* et plus de 4.000 chez la *Mouche domestique*. Les Insectes les plus riches, sous ce rapport, sont les grands Libellulidés (*Æschna*) où l'on compte plus

de 20.000 facettes (Fig. 106) ; un Coléoptère (*Mordella*) en a 25.000 au moins ; enfin, chez le Sphinx du Liseron, le nombre des facettes est, paraît-il, voisin de 27.000.

Théorie de la vision. — Maintenant que nous connaissons la structure des yeux, il resterait à expliquer le mécanisme de la vision ; plusieurs hypothèses ont été proposées, mais jusqu'ici aucune d'elles ne paraît absolument convaincante. Il est un fait certain, c'est que, derrière chaque cornéule, se produit une petite image *totale* et renversée des objets. Comment cette image impressionne-t-elle ensuite les éléments nerveux? C'est là ce qu'on ne sait pas; les cônes cristalliniens, qui viennent à la suite des cornéules, déforment notablement les images; ils ne transmettent aux rétinules que le faisceau très étroit des rayons lumineux parallèles à leur axe. L'impression reçue par chaque ommatidie se réduit donc, en quelque sorte, à une plage lumineuse uniforme sans aucun détail. Cependant les récentes études de M. Paul Vigier, relatives aux voies de transmission qui unissent les éléments photo-récepteurs aux centres visuels, semblent éclairer d'un jour nouveau cette importante question. Elles expliquent notamment de quelle façon les petites images renversées, fournies par les cornéules, peuvent se fusionner en une impression unique, un véritable *neuro-photogramme*, dans le périopticum (1).

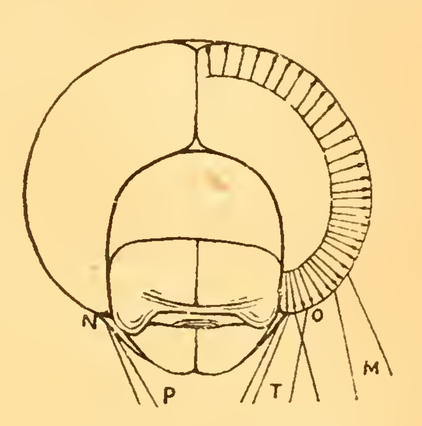


Fig. 106. — Schéma de l'appareil optique chez une Libellule ; *M*, *P*, *T*, rayons lumineux arrivant à la cornée sous diverses incidences ; *o*, direction des rayons dans l'appareil dioptrique (d'après Tümpel).

5° **Sens de l'ouïe.** — Bien que nos connaissances soient encore très incomplètes en ce qui concerne les organes auditifs, les recherches de Leydig et de Graber permettent cependant d'entrevoir par quel mécanisme les vibrations sonores peuvent être recueillies par les Insectes.

(1) Vigier (P). — *Mécanisme de la synthèse des impressions lumineuses recueillies par les yeux composés des Diptères* (C. R. Acad. des Sciences, Paris, 1909, p. 1221).

On trouve, en effet, fréquemment, chez ces animaux, des organes ayant la disposition suivante.

Une cellule nerveuse, placée sous les téguments, présente deux sortes de prolongements : du côté de la peau, cette cellule se continue par un filament grêle terminé par un léger renflement (*clou scolopal*); ce filament, ainsi que son renflement terminal, sont logés à l'intérieur d'un tube chitineux (*scolophophore*) provenant de la modification d'une cellule hypodermique (Fig. 107, sc); il en résulte que, par leur base, les scolophophores sont en contact immédiat avec les téguments; ceux-ci, d'ailleurs dans les régions auditives, sont toujours réduits à des membranes flexibles, fortement tendues.

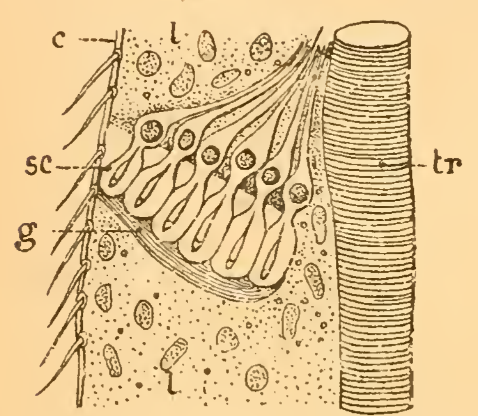


Fig. 107. — Schéma d'un appareil chordotonal: *sc.* scolophophores avec leur clou scolopal à l'intérieur ; *tr*, trachée ; *c*, cuticule ; *g*, ligament conjonctif reliant l'appareil chordotonal à la peau ; *l*, leucocytes (d'après GRABER).

Le prolongement qui part de l'autre extrémité de la cellule nerveuse se dirige vers l'intérieur du corps; ce n'est autre chose qu'une fibre acoustique, chargée de mettre l'organe récepteur en communication avec les centres; il va sans dire que la réunion de plusieurs fibres formera les nerfs.

Il est rare que les cellules nerveuses avec leur appareil scolopal restent isolées ; généralement, elles se réunissent en groupes plus ou moins nombreux, de manière à constituer ces appareils auxquels on a donné le nom d'*organes chordotonaux* (Fig. 107).

ORGANES CHORDOTONAUX. — Les organes chordotonaux ont été observés dans tous les ordres d'Insectes; ils sont ordinairement métamériques, surtout chez les larves. Ils peuvent se développer sur tous

les points de la surface du corps; et, de fait, on les trouve par groupes, de deux à deux cents, un peu partout; sur les antennes, les palpes, les pattes, les ailes et même à la surface supérieure de l'abdomen.

Chez quelques Insectes, l'appareil auditif, hautement différencié, est toujours localisé sur certains organes. C'est ainsi, par exemple, que chez les Locustidés et les Gryllidés (*Orthoptères*), il se présente extérieurement sous l'aspect de deux membranes ovales, tendues sur un cadre chitineux, et placées, de chaque côté, sur les tibias des jambes antérieures (Fig. 109). La membrane chargée de recueillir les vibrations sonores a été comparée à un tympan, ce qui fait que l'on désigne, le plus souvent, l'appareil auditif des Orthoptères sous le nom *d'organe tympanal*, mais il ne faut pas oublier que ces appareils, malgré leur apparente complication, ne sont autre chose que des organes chordotonaux localisés et constitués par un grand nombre de cellules nerveuses.

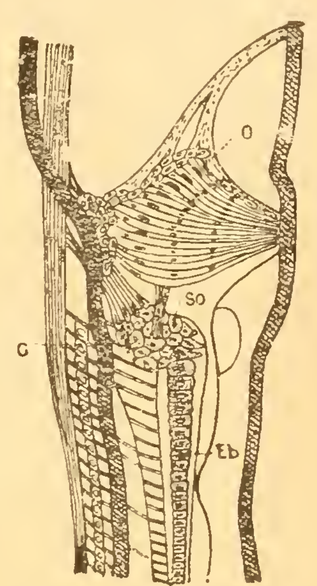


Fig. 108. — Coupe longitudinale de l'appareil auditif de la Sauterelle verte (*Locusta viridissima*) : *o*, organe tympanal supérieur ; *so*, organe intermédiaire ; *G*, *Eb*. bandelette, tympanale ; *G*, nerf acoustique (d'après TUMPEL).

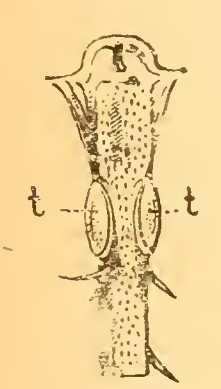
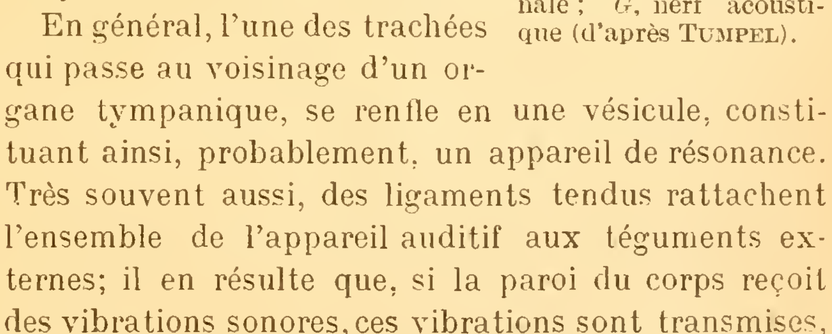


Fig. 109. — Jambe antérieure de la *Sauterelle verte* pour montrer la position des organes auditifs, *t*. (d'ap. LANG).



Chez les Acridiens, l'organe tympanal est situé sur les côtés du premier anneau abdominal.

En général, l'une des trachées qui passe au voisinage d'un organe tympanique, se renfle en une vésicule, constituant ainsi, probablement, un appareil de résonance. Très souvent aussi, des ligaments tendus rattachent l'ensemble de l'appareil auditif aux téguments externes; il en résulte que, si la paroi du corps reçoit des vibrations sonores, ces vibrations sont transmises, par le ligament, aux cellules nerveuses avec lesquelles il est en relation.

6° Bruits produits par les Insectes. — Les Insectes, tout le monde a pu le remarquer, sont capables de produire certains bruits. On admet généralement que ces bruits sont en rapport avec la fonction génératrice, et on les considère comme des appels sexuels ; mais cependant, dans bien des cas, les sons émis paraissent être éga-

lement des moyens de défense, ayant pour but d'effrayer les adversaires ou les ennemis.

Nous nous bornerons à signaler ici le cas des *Anobium* (*A. pertinax*) où le bruit résulte uniquement d'un choc produit par l'Insecte en *frappant* sa tête contre les parois solides des galeries dans lesquelles il passe sa vie. Partout ailleurs, il existe des organes spéciaux pour la production des sons, et ces organes peuvent se rapporter à trois catégories différentes.

1° L'*appareil bourdonnant* (*Hyménoptères* et *Diptères*) paraît être, pour la plus grande partie, sous la dépendance des organes respiratoires et musculaires.

2° *L'appareil stridulant* (*Orthoptères* et *Coléoptères*) comprenant toujours deux organes voisins, frappant l'un contre l'autre.

3° *L'appareil tympanique* des Cigales (*Hémiptères*), formé d'une membrane tendue et mise en vibration par les contractions rapides d'un muscle.

A. Bourdonnement. — On croit volontiers, mais à tort, que le bourdonnement est produit par le mouvement rapide des ailes ; il n'en est rien. Ce bruit particulier si caractéristiques de Hyménoptères (*Bourdons*, *Abeilles*, etc.) et des Diptères (*Mouches*, *Cousins*,etc.) continue à se produire lorsque les ailes sont maintenues immobiles et même lorsqu'elles sont coupées. On sait aujourd'hui que le bourdonnement est produit par les vibrations de la paroi du thorax, sous l'action des muscles tégumentaires et par le passage rapide de l'air à l'orifice des stigmates.

On perçoit nettement ces vibrations de la paroi thoracique, en plaçant le doigt sur le dos d'un Bourdon.

B. Stridulation. — La stridulation est toujours produite par le frottement des organes les uns contre les autres : ainsi, par exemple, dans l'ordre des Coléoptères (*Nécrophores*, *Clythra*, *Criocères*), ce sont les bords postérieurs des élytres qui viennent frotter contre deux sortes de petites râpes situées à la partie supérieure des segments abdominaux ; chez les Géotrupes, la râpe se trouve sur la cuisse de chaque patte postérieure, et elle frotte sur un appendice du troisième segment abdominal (1).

Chez les Acridiens, la stridulation, souvent très intense, est produite par le frottement des fémurs postérieurs contre le bord antérieur des

(1) Nous devons prévenir que ces appareils, dont le relief est très faible, ne se voient bien que sur des Insectes frais.

élytres. Enfin, chez les Locustaires et les Grylloniens (Fig. 110), qui sont les mieux organisés sous ce rapport, l'appareil stridulant est toujours placé à la base des élytres ; l'élytre gauche (*Locustes*) porte une grosse nervure dentelée en dessous, c'est l'*archet* ; dans la région correspondante de l'élytre droite, se trouve une membrane transparente (*champ tympanal*), dont les bords sont rugueux et constituent la *chanterelle* ; ici, la stridulation est produite par le frottement de l'archet contre la chanterelle : le son se trouve considérablement renforcé par la vibration de la membrane tympanale ; lorsque les élytres sont très réduits, comme cela a lieu chez les *Ephippigers*, les champs vibratoires sont néanmoins conservés. Chez les Grillons, les deux élytres sont organisés de la même manière, l'archet de l'un met en mouvement l'appareil vibratoire de l'autre.

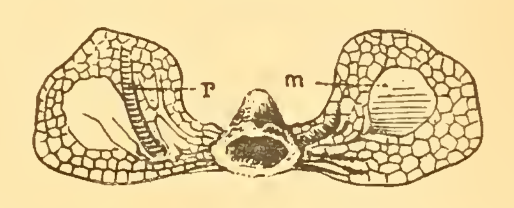


Fig. 110. — Appareil stridulant de l'*Ephippiger vitium* Orth. *m*. champ tympanal ; *r*, archet (d'après nature).

Partout où il existe, dans l'ordre des Orthoptères (*Acridiens*, *Locustydes*, *Gryllonniens*), ce sont toujours les mâles, seuls, qui utilisent leur appareil stridulant ; cette particularité était bien connue des anciens, et le poète grec Xénarque félicite mélancoliquement les Grillons d'avoir « des femmes silencieuses ».

C. Appareil tympanique des Cigales. — L'appareil tympanique de la Cigale (*Hémiptères*) est le plus compliqué de tous les organes stridulants. Ainsi qu'Aristote l'avait déjà observé, il est placé « sous la ceinture des mâles », c'est-à-dire à la base et sur les côtés du premier segment abdominal.

Cet appareil est essentiellement constitué par une membrane parcheminée et convexe, la *timbale*, tendue sur un cadre chitineux ; un petit muscle est fixé au milieu de la face interne de la timbale ; par ses contractions rapides, ce muscle provoque un mouvement de va-et-vient de la membrane, qui rend un son très perçant ; c'est, comme on le voit, le même principe que celui du jouet populaire connu sous le nom de cri-cri. Tout cet ensemble est placé à l'intérieur d'une cavité faisant l'office d'une caisse de résonance et protégé par un large opercule (*volet*).

Les Grecs aimaient beaucoup la voix des Cigales ; comme les Chinois de nos jours, ils les enfermaient dans de petites cages en osier pour se donner le plaisir de les entendre chanter.

QUATRIÈME PARTIE

Fonctions de Reproduction

CHAPITRE XVI

APPAREIL REPRODUCTEUR

Technique. — Ouvrir un Hanneton, comme nous l'avons indiqué à propos de l'appareil digestif (p. 97).

Suivant les cas, les gaînes ovariques ou les testicules, se voient facilement, dans la partie postérieure de l'abdomen.

1° Généralités sur l'appareil reproducteur. — A part quelques cas tout à fait exceptionnels d'hermaphroditisme, les sexes sont toujours séparés chez les Insectes.

Les organes génitaux sont situés dans l'abdomen et les canaux, chargés de conduire au dehors les éléments reproducteurs, s'ouvrent toujours près de l'extrémité postérieure du corps, dans les intervalles qui séparent les derniers segments abdominaux, généralement entre le huitième et le neuvième.

Fondamentalement, aussi bien chez les mâles que chez les femelles, les organes génitaux sont établis sur le même plan ; examinés dans les formes primitives (*Thysanoures*), ils comprennent, toujours, deux tubes plus

ou moins ramifiés et indépendants. Ces tubes peuvent rester libres et séparés pendant toute la vie, (*Ephémérides*) ; mais, le plus souvent, ils se réunissent à leur base de manière à constituer un canal évacuateur unique.

A ce canal s'ajoutent, le plus souvent, des organes accessoires : *réservoirs séminaux*, *poches copulatrices*, etc., ainsi que des appendices variés (*armures génitales*) destinées à favoriser l'accouplement.

Pour faciliter l'étude de l'appareil reproducteur, nous allons donc distinguer deux groupes d'organes dans chacun des sexes.

1° Les organes essentiels ou primaires, qui comprennent les glandes sexuelles (*ovaires* et *testicules*) avec leurs canaux vecteurs et leurs accessoires, (*canaux déférents*, *poche copulatrice*, *vésicule séminale*).

2° Les organes secondaires ou armures génitales comprenant :

(*a*) L'appareil copulateur des mâles.

(*b*) L'appareil ovipositeur des femelles.

2° Évolution de l'appareil reproducteur. — Tout à fait au début, c'est-à-dire pendant les première phases du développement larvaire, les organes génitaux ont le même aspect et la même structure dans les deux sexes ; ils ne se différencient, dans leurs formes et dans leurs fonctions, qu'au moment de la maturité sexuelle, c'est-à-dire au cours de la période nymphale.

Les glandes génitales, ainsi que leurs canaux, tirent leur origine d'une paire de noyaux mésodermiques ; mais les conduits vecteurs se relient, généralement, à des invaginations correspondantes de la cuticule, par conséquent d'origine ectodermique, desquelles dérivent, à leur tour, tous les organes secondaires, c'est-à-dire l'armure génitale.

On peut considérer les glandes génitales comme des néphridies

transformées, ce qui explique pourquoi le nombre des canaux excréteurs est toujours deux (*cd*) : c'est, en effet, ce nombre qu'on rencontre dans les formes primitives, telles que les Thysanoures et les Éphémérides ; on retrouve de plus, chez quelques-uns de ces Insectes, une disposition métamérique très nette des testicules et des follicules ovariens (Fig. 111,*tt*).

Dans tous les autres groupes d'Insectes, les deux canaux s'unissent à leur base de manière à constituer un canal unique. Déjà, chez certains Thysanoures, *Japyx*, *Machilis*, on voit se réaliser la soudure des canaux déférents ; mais chez les Lépismes, pendant toute la durée de la période embryonnaire l'arrangement métamérique persiste, et les deux conduits séminaux s'ouvrent séparément à la base de l'abdomen (Fig. 111).

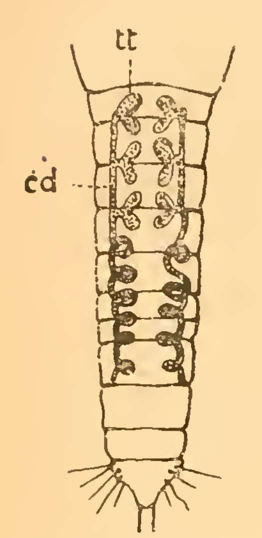


Fig. 111. — Appareil génital mâle du *Lepisme*, pour montrer la disposition métamérique ; *tt*, testicules ; *cd*, canaux déférents (d'ap. Grassi).

En ce qui concerne les autres Insectes terrestres ailés, la disposition la plus simple de l'appareil reproducteur s'observe chez les Orthoptères (*Forficulides*) ; cependant, la concentration des organes, fait toujours disparaître la disposition métamérique.

Chez les Hyménoptères, l'appareil reproducteur est encore très simple, mais les variations sont déjà tellement nombreuses qu'il est impossible de donner aucune indication générale.

Enfin, chez les Lépidoptères, les recherches récentes de Jackson (1) ont montré qu'on pouvait reconnaître trois stades dans l'évolution des conduits génitaux : un stade *éphéméridien*, qui se termine à la fin de la vie larvaire ; un stade *ortpoptéridien*, indiqué pendant la période de repos qui précède la nymphose ; enfin, un stade définitif ou *lépidoptéridien* qui commence au début de la vie chrysalidienne.

3° **Appareil reproducteur des mâles.** — L'appareil génital des mâles comprend les parties suivantes :

1° Les deux testicules, destinés à produire les spermatozoïdes.

2° Les conduits séminaux (*canaux déférents*), sur le

(1) Jackson (W. H.). — *Zool. Anzeig.* 18 9. Jakr. XII, p. 622-626.

trajet desquels s'observe un renflement qui est la *vésicule séminale.*

3° Le canal éjaculateur commun terminé par le pénis.

4° Les glandes accessoires (*glandes à mucus*), dont le produit se mélange au sperme ou sert à l'agglomération des paquets séminaux désignés sous le nom de *spermatophores.*

Escherich a démontré que l'appareil le moins compliqué se rencontrait chez les Coléoptères (*Carabiques*), où les testicules se présentent sous la forme d'un simple tube, faiblement contourné à son extrémité (Fig. 112).

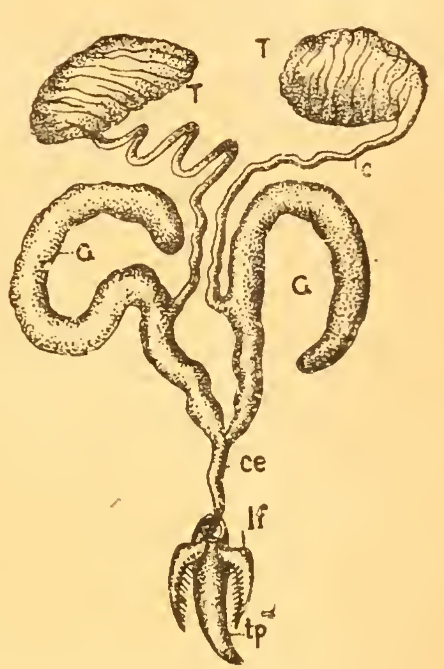


Fig. 112. — Appareil génital mâle du *Berosus cephalotes* (Col.). *T*, testicules ; *c*, canaux déférents ; *G*, glandes accessoires ; *ce*, canal éjaculateur ; *lf*, valves de l'armure génitale ; *tp*, tube pénial (d'après L. Bordas).

A. Testicules.— Chez un grand nombre d'Insectes, les testicules sont constitués par un assemblage de petits tubes aveugles, pelotonné sur eux-mêmes et généralement enfermés dans une enveloppe commune ; chaque tube testiculaire est muni d'un petit canal excréteur ; tous ces conduits se réunissent ensuite pour former, de chaque côté, un canal déférent unique (*c.*)

Les deux testicules sont généralement séparés l'un de l'autre ; cependant, dans un certain nombre d'Insectes, et notamment chez les Lépidoptères, ils sont si étroitement unis qu'on a, pendant longtemps, considéré leur masse impaire comme un testicule simple. On observe d'ailleurs, dans cet ordre, lorsqu'on suit le développement des larves, tous les degrés d'évolution, depuis les testicules séparés des Hépialides, jusqu'aux testicules soudés les plus répandus. C'est pour résumer ces faits si intéressants, que Cholodkowsky (1) a proposé de distinguer les quatre types suivants dans l'évo-

(1) Cholodkowsky (N. A.). — 1. T. III. p. 214-215 ; T. VII p. 564-568.

lution phylogénétique des glandes génitales chez les Lépidoptères :

1° Le type primitif ou *embryonal* (*hépialidien*), où les deux testicules, ainsi que les follicules séminaux, sont entièrement libres (ex. : *Hepialus humilis*).

2° Le type *larval* (*saturnidien*), avec deux testicules séparés, mais dont les follicules sont enveloppés chacun dans une membrane scrotale (ex. : *Saturnia pyri*).

3° Le type *pupal* (*lycænidien*), où les deux testicules sont réunis en une seule masse par une membrane frangée (ex. : *Lycæna*).

4° Le type adulte (*papilionidien*), où les deux testicules sont entièrement soudés et recouverts d'une membrane scrotale sous laquelle les follicules sont enroulés autour de l'axe de la glande (ex. : *Pieris*, *Vanessa*, etc.).

B. Canaux déférents. — Ce sont des tubes très fins, dont la longueur varie beaucoup ; au point où ils se réunissent commence le canal éjaculateur, qui résulte, lui, comme on le sait, d'une invagination hypodermique. Soit à leur base, soit en un point quelconque de leur parcours, les canaux déférents se renflent en une espèce de sac, la *vésicule séminale*, servant à emmagasiner le sperme, au fur et à mesure qu'il est sécrété par les testicules (Fig. 112, G).

La forme et la position de la vésicule séminale varient à l'infini.

C. Canal éjaculateur. — Le rôle principal du canal éjaculateur est de porter le sperme dans la poche copulatrice de la femelle ; il lui faut, pour cela, une certaine rigidité. Dans ce but, sa partie terminale, fortement chitinisée et évaginable, est pourvue de puissants muscles qui permettent à l'animal de la faire saillir au dehors ou de la rentrer à volonté à l'intérieur du corps. Cette portion terminale chitinisée du canal éjaculateur a reçu le nom de *pénis* (*tp.*) ; son aspect et ses dimensions sont extrêmement variables suivant les Insectes. Le pénis est généralement protégé par des valvules ou des plaques de formes diverses ; il est également garni de crochets destinés à favoriser l'accouplement (Fig. 112, lf).

D. Glandes accessoires. — La position des glandes accessoires est variable ; elles viennent, le plus souvent, déboucher au point de jonction des conduits séminaux et du canal éjaculateur ; suivant sa consistance, le liquide qu'elles sécrètent sert à diluer le sperme ou bien à former, autour des faisceaux de spermatozoïdes, des capsules qu'on a désignées sous le nom de *spermatophores*.

Spermatozoïdes. — Comme chez les animaux supérieurs, ce sont

des corpuscules excessivement petits, qui abondent dans le liquide séminal ; ils ont la forme de filaments renflés en une tête à leur extrémité antérieure ; leur corps est terminé par un long flagelle doué de mouvements rapides. Chaque spermatozoïde représente une cellule modifiée, homologue de celles qui, dans les ovaires, donnent naisance aux ovules (Fig. 113).

Spermatogenèse. — Nous ne nous arrêterons pas aux détails généraux de la spermatogénèse, parce que les phénomènes qui la caractérisent ne diffèrent pas, dans leur ensemble, de ce qui s'observe chez les autres animaux ; nous nous bornerons seulement à signaler ici quelques particularités intéressantes, qui paraissent très répandues chez les Insectes.

Ainsi, par exemple, Henking a trouvé que le noyau des cellules spermatiques primordiales, celles qui, morphologiquement, correspondent aux ovules primordiaux, renferme toujours 24 chromosomes ; retenons ce nombre, nous le retrouverons dans l'ovogénèse à propos du curieux phénomène de *synapsis*.

De plus, au lieu de nager individuellement dans le liquide spermatique, les spermatozoïdes des Insectes restent ordinairement associés en faisceaux ; dans les espèces où l'appareil copulateur est très réduit, ces faisceaux sont enveloppés par la sécrétion des glandes à mucus et ils constituent les *spermatophores* dont nous avons déjà parlé. C'est dans cet état qu'ils sont introduits dans le vagin de la femelle ou simplement déposés à l'entrée des orifices génitaux.

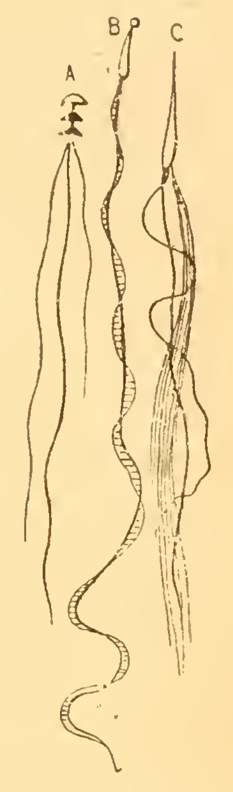


Fig. 113. — Formes diverses des spermatozoïdes chez les Coléoptères.
A, chez un Carabique ; *B* et *C*, chez un Lamellicorne (d'après E. Ballowitz).

Spermatosyzigie. — Le phénomène désigné par Ballowitz sous le nom de *spermatosyzygie*, et qui consiste en l'accollement transitoire de deux spermatozoïdes ou plus, par la région de la tête, est trop peu connu pour qu'il soit utile d'entrer dans quelques détails à ce sujet. On ne voit pas non plus, d'ailleurs, quelle peut en être la signification physiologique.

4° Appareil reprodcuteur des femelles. — Construit sur le même plan que celui des mâles, l'appareil génital des femelles comprend :

1° Les deux ovaires avec leurs oviductes.

2° Le canal ovarien, résultant de la soudure des deux oviductes, et dont la partie terminale forme le vagin.

3° Le réceptacle séminal.

4° La poche copulatrice.

5° Les glandes accessoires.

On observe également un certain nombre de pièces squelettiques modifiées, servant à la ponte des œufs (*oviscapte*, *tarière*) ou d'appareil de défense (*aiguillon*), et dont l'ensemble constitue *l'armure génitale*.

A. Ovaires et gaines ovariques. — Il existe deux ovaires, symétriquement placés, dans l'abdomen, de chaque côté du tube digestif ; chacun d'eux est formé d'un certain nombre de tubes coniques (*gaines ovariques*), le plus souvent réunis en faisceau, et venant s'ouvrir, à leur partie inférieure, dans l'oviducte (Fig. 114).

Dans chaque gaine ovarique on peut distinguer trois régions : 1° le filament terminal ; 2° la chambre terminale ; 3° le tube ovarien proprement dit, dans lequel se trouvent les ovules à divers degrés de développement.

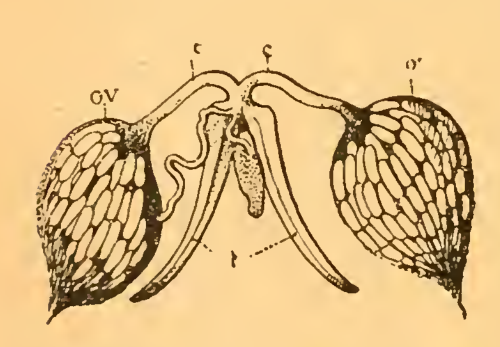


Fig. 114. — Appareil génital femelle du Dectique verrucivore ; *ov*, ovaires ; *c*, oviductes ; *t*, oviscapte (d'après nature).

Tous les filaments qui terminent les gaines ovariques se réunissent, de chaque côté du corps, en un seul faisceau ; et ce faisceau, destiné à maintenir l'ovaire en place, va se fixer lui-même au diaphragme qui sert de support au vaisseau dorsal.

La chambre terminale renferme des éléments cellulaires non différenciés (*cellules vitellogènes*) ; ce sont ces éléments qui, dans le cours du développement, produiront les œufs ainsi que toutes les parties constituantes internes des gaines ovariques.

La troisième région est divisée en chambres successives, et c'est dans ces chambres que l'on trouve les ovules à divers degrés de maturation ; les plus âgés se trouvent à la base des tubes, prêts à passer dans les oviductes.

Dans certains cas, les ovules se succèdent sans interruption dans toute la longueur des gaines ovariques, et on ne trouve plus aucune trace des cellules nutritives dans la chambre terminale ; cette disposition, qui paraît la plus primitive de toutes, s'observe chez les Thysanoures (*Campodea* excepté) et chez les Orthoptères.

D'autres fois, il existe, dans la chambre terminale, une réserve nutritive plus ou moins abondante, et chaque ovule reste en communication avec cette réserve par l'intermédiaire d'un petit pédoncule qui lui transmet la nourriture dont il a besoin. (Un grand nombre d'Hémiptères, Fig. 115).

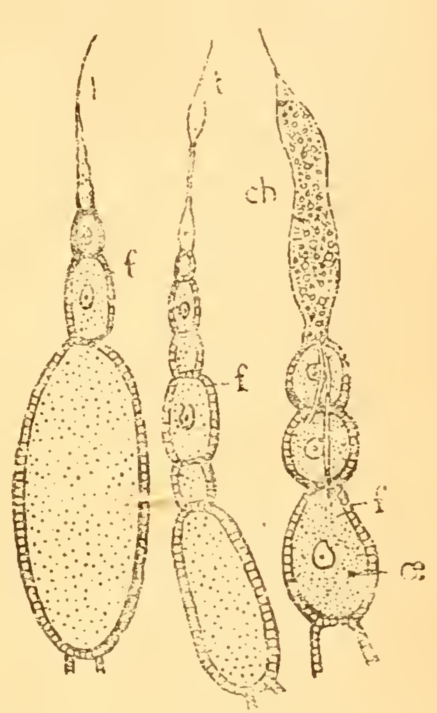


Fig. 115. — Gaines ovariques isolées avec des ovules à divers degrés de maturité : *t*, filaments terminaux ; *ch*, chambre terminale ; *f*, chambres ovariennes ; *œ*, ovule (d'après LANG).

Enfin, dans une dernière disposition, qui s'observe chez les Hyménoptères, les Lépidoptères, de nombreux Coléoptères, des chambres à cellules nutritives alternent régulièrement avec les chambres ovariennes ; chaque œuf est donc, dans ce cas, accompagné de la réserve nutritive qui lui est nécessaire.

B. OVIDUCTES ET CANAL OVARIEN. — Ces conduits, qui font suite aux gaines ovariques et qui servent à l'évacuation des œufs, ne présentent rien de particulier ; après un parcours plus ou moins long, suivant les espèces, ils se réunissent en un canal commun qui correspond, morphologiquement, au canal éjaculateur des mâles (Fig. 116).

De même que la partie terminale du canal éjaculateur forme un pénis, ici, également, la partie correspondante et chitinisée du canal ovarien devient le vagin ; comme le pénis, cette région tire son origine d'une invagination ectodermique, dont le résultat est de repousser à l'intérieur du corps les orifices des oviductes.

C. POCHE COPULATRICE ET RÉSERVOIR SÉMINAL. — Dans la plupart des Insectes, la poche copulatrice est une sorte de sac ou de tube allongé destiné à recevoir l'organe copulateur du mâle pendant l'union sexuelle. Le liquide séminal (*sperme*) est généralement déposé dans la poche copulatrice pendant l'accouplement ; il passe ensuite dans

le réceptacle séminal, où il conserve ses propriétés fécondantes pendant fort longtemps.

La poche copulatrice manque fréquemment (*Hyménoptères*, *Diptères* nombreux *Hémiptères*) ; c'est alors le réceptacle séminal qui en tient lieu.

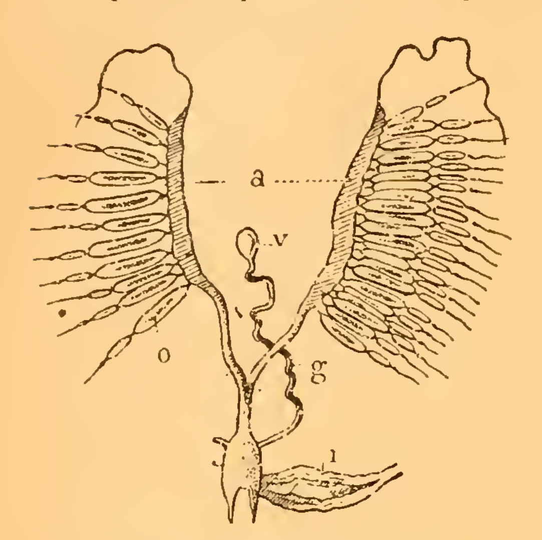


Fig. 116.— Appareil génital femelle du *Mecostethus grossus* (ORTHOPT.) où la disposition segmentaire est conservée ; *a*, oviductes ; *o*, follicules ovariens ; *i*, intestin; *v*, glande à mucus ; *g*, canal excréteur. *(Orig.)*

Quant au réceptacle séminal, sa forme et ses dimensions sont également fort variables; il disparaît, cela se conçoit, chez les Pucerons vivipares, mais on le retrouve dans les générations d'automne qui se reproduisent par des œufs.

FÉCONDATION. — L'accouplement des mâles avec les femelles n'a généralement lieu qu'une seule fois chez les Insectes ; mais ce n'est pas à ce moment que les œufs reçoivent l'imprégnation du liquide fécondant. Ce liquide s'emmagasine dans le réservoir séminal de la femelle; à l'époque de la ponte, à l'instant précis où l'ovule passe de l'oviducte dans le vagin, une gouttelette de sperme est déversé sur lui au passage. Un spermatozoïde pénètre alors dans l'intérieur par le micropyle et la fécondation s'effectue; l'ovule est alors devenu un œuf.

Glandes accessoires. — Il n'y a rien de particulier à dire des glandes accessoires (*sébifiques* ou *collétériques*) qui débouchent, généralement, dans la partie terminale du vagin. La substance sécrétée par ces glandes, insoluble dans l'eau, dans l'éther et dans l'alcool, est utilisée, chez les Orthoptères, pour la fabrication de leurs oothèques (p. 140) ; chez les autres Insectes, elle recouvre les œufs d'une sorte de vernis, qui durcit très vite à l'air, et qui sert, par conséquent, à les fixer à la surface des objets sur lesquels ils sont pondus.

Les glandes à venin des Hyménoptères ne sont autre chose que des glandes sébifiques adaptées à des fonctions spéciales.

CHAPITRE XVII

ARMURES GÉNITALES

TECHNIQUE. — C'est sur les Orthoptères de grande taille : Locustidés, Acrididés et Gryllidés, que se fait, le plus facilement, l'étude des armures génitales.

Suivre les développements de ce chapitre, avec l'un de ces Insectes sous les yeux.

Depuis le grand travail de Lacaze-Duthiers, on donne le nom d'*armure génitale* à l'ensemble des pièces solides qui entourent les orifices externes de la génération. Ces pièces paraissent se développer toujours aux dépens d'un seul segment squelettique (*urite*), et ce segment est celui qui vient immédiatement à la suite des ouvertures sexuelles (Fig. 117).

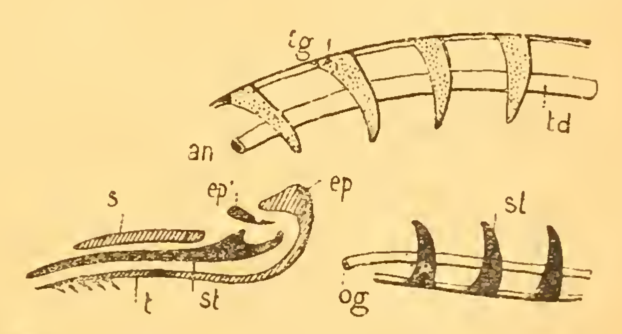


Fig. 117. — Schéma destiné à montrer l'origine de l'armure génitale (*Hyménoptères*); *tg*, tergites ; *st*, sternites; *td*, tube digestif ; *an*, anus; *og*. orifice des organes génitaux; *ep*, épimérite; *ep'*, épisternite; *t*, tergorhabdite (*stylet*); *s*, sternorhabdite (d'après LACAZE-DUTHIERS).

Sauf quelques exceptions, connues de tout le monde (*tarière des Icheumonides*, *oviscapte des femelles* chez les Locustidés), il est rare que les pièces de l'armure génitale soient visibles au dehors en temps ordinaire ; elles sont, le plus souvent, cachées dans l'abdomen par suite de l'invagination des derniers anneaux à l'intérieur de ceux

qui les précèdent; pour les étudier, il est nécessaire de les faire saillir au dehors par la pression, ou bien de les observer au moment de l'accouplement.

Nous n'entrerons pas dans le détail des longues discussions qui se sont élevées parmi les entomologistes sur la question de savoir quelle est l'origine et la signification morphologique des pièces de l'armure génitale ; rappelons seulement leur rôle.

Chez les mâles, ces pièces sont surtout destinées à favoriser l'accouplement ; elles servent à saisir la femelle et à faciliter l'introduction du pénis dans la poche copulatrice. Chez les femelles, les pièces principales de l'armure servent à la ponte des œufs; suivant sa structure et son développement, la partie rigide et évaginable du canal ovarien porte les noms de tarière (*Hyménoptères*) ou d'oviscapte (*Orthoptères*) (Fig. 118); elle peut même quelquefois devenir un organe de défense, exemple : l'aiguillon des Abeilles, des Guêpes, etc.

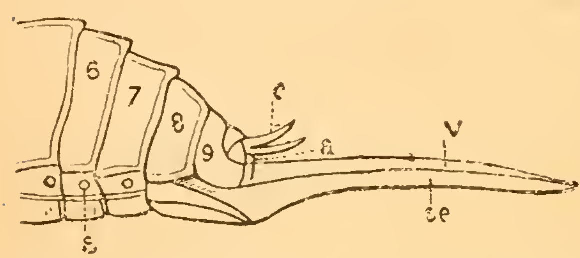


Fig. 118. — Extrémité de l'abdomen chez la Sauterelle verte ; *c*, cerques ; *se*, *v*, valves de l'oviscape ; *a*, anus ; *s*, stigmates ; 6, 7, 8, 9, les quatre derniers segments abdominaux (d'après KOLBE).

1° Armure génitale des femelles. – L'ouverture de la vulve, chez les femelles, se trouvant le plus souvent sur la membrane molle qui réunit le 8e et le 9e urite, c'est donc le 9e segment abdominal qui, en se modifiant, donnera naissance à l'armure génitale (Fig. 117).

A son maximum de complication, notamment chez les Orthoptères (*Locustidés*) et chez les Hyménoptères, l'armure génitale des femelles est ainsi constituée :

1° Une pièce dorsale impaire représentant le tergite modifié.

2° Deux épimérites et deux épisternites.

3° Une pièce ventrale provenant du sternite.

Chacun des épimérites porte un petit stylet inarticulé : *tergorhabdite* ; les épisternites portent, de même, un sternôrhabdite (1). Ces appendices se développent absolument comme les membres, aux dépens de petits bourgeons imaginaux prenant naissance dans l'hypoderme.

La seule question qui divise actuellement les entomologistes est de savoir si ces appendices représentent réellement des membres abdominaux transformés (opinion de Packard, Dewitz, Verhoeff), ou si ce sont seulement des pièces supplémentaires, développées secondairement sur le squelette dermique (opinion de Peytoureau, Heymons, etc.). Cette distinction me paraît un peu spécieuse, car enfin, que seraient donc ces organes, qui se développent comme des membres et qui ne seraient pas des membres ?

Dans certains groupes d'Insectes, l'armure génitale femelle peut se simplifier considérablement ; c'est ainsi, par exemple, que chez les Courtilières, elle ne comprend que les deux pièces impaires, tergite et sternite ; chez les Forficules, elle est même réduite, d'après Lacaze-Duthiers, au tergite seul, toutes les autres pièces ayant avorté.

Notons enfin, pour terminer, que, chez les Coléoptères, l'armure génitale des femelles est peu développée ou même tout à fait rudimentaire.

2° **Armure génitale des mâles.** — L'armure génitale des mâles présente des variations plus nombreuses que celles des femelles, malheureusement elle est beaucoup moins connue. En plus du pénis tubuleux, qui n'est, comme on le sait, que la partie terminale et chitinisée du canal éjaculateur, on trouve des pièces accessoires qui constituent, soit des appendices protecteurs, soit des organes servant à retenir la femelle pendant l'accouplement. Tout cet ensemble est généralement caché à l'intérieur de l'abdomen (Fig. 117).

Les variations de structure de l'armure génitale sont tellement grandes chez les Insectes qu'il nous paraît impossible d'en établir un schéma général applicable à tous les cas. Le lecteur qui voudra se faire une opinion sur ce point si discuté de la morphologie, devra consulter les volumes spéciaux de l'**E. S.**

Il pourra lire aussi avec fruit l'excellent ouvrage de Peytoureau ainsi que les intéressants mémoires de notre collègue M. L. Bordas.

(1) Du grec : *tergos* dos, *sternon* sternum et *rabdos* baguette.

CHAPITRE XVIII

CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES

Technique. — Il suffit ici de se procurer quelques-uns des exemples indiqués dans le texte.

On observe fréquemment, et cela dans tous les ordres d'Insectes, des différences profondes de forme, de taille et de couleur entre les deux sexes d'une même espèce ; le mâle et la femelle sont parfois tellement différents qu'on serait tenté de les rapporter à deux espèces distinctes. Ce sont ces modifications, non en rapport direct avec les phénomènes essentiels de la reproduction, mais néanmoins liées au développement des glandes génitales, que l'on désigne parfois sous les noms de *dimorphisme sexuel* et de *polymorphisme saisonnier*.

On ne connaît pas la raison d'être de ces modifications, il est probable que ce sont des adaptations qui favorisent, dans une certaine mesure, la conservation de l'espèce.

Il est bien évident que nous ne pouvons pas songer à passer en revue toutes les variations sexuelles secondaires qu'on peut trouver chez les Insectes ; nous nous bornerons à indiquer les principales, convaincu que nos lecteurs remarqueront ensuite facilement d'eux-mêmes toutes celles qu'ils auront l'occasion de rencontrer.

1° **Taille.** — Les femelles, dont l'abdomen est le plus souvent dilaté par la présence des œufs, sont, en général, plus grandes que

les mâles chez les Insectes ; il existe cependant des exceptions à cette règle ; ainsi, dans certains Hyménoptères (*Abeilles, Anthophores*), chez la plupart des Libellulides et chez quelques Coléoptères (*Lucane, Dynastes*), les mâles sont plus gros que les femelles.

Les différences de taille sont parfois tellement accentuées qu'on a pu prendre les deux sexes d'un même Insecte pour deux espèces distinctes. Mulsant ne décrivit-il pas, vers 1860, sous le nom d'*Athous Titanus*, un petit Elatéride qu'on a reconnu, plus tard, n'être que la femelle d'*Athous mandibularis* Duft.

2° **Yeux.** — Les différences dans la grandeur des yeux ne sont pas très sensibles : cependant, on peut constater que, chez les Diptères (*Syrphides, Muscides*), chez bon nombre d'Hyménoptères (*Faux-Bourdons*) et chez quelques Coléoptères (*Anobiides*), les yeux des mâles sont beaucoup plus gros et plus saillants que ceux des femelles.

3° **Antennes.** — Les antennes sont toujours plus longues, et leur massue, quand elle existe, est toujours plus développée chez les mâles que chez les femelles. Cette particularité est, fréquemment, très accusée chez les Cérambycides (*Coléoptères*), par exemple dans le genre *Acanthocinus*.

Dans certains Malacodermes (*Drilus*), *Cebrio*, les antennes sont courtes chez les femelles, tandis qu'elles sont longuement pectinées ou flabellées chez les mâles. Enfin, chez un grand nombre de Diptères némocères (*Culex, Chironomus*), les antennes des mâles sont richement plumeuses, alors qu'elles ne sont garnies que de soies écartées chez les femelles.

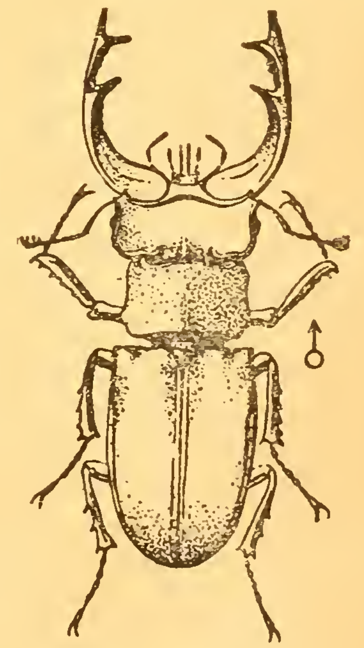


Fig. 119.—Lucane Cerf-volant, ♂ *(mâle)* pour montrer le grand développement des mandibules.

4° **Pièces buccales.** — Les différences dans les pièces buccales, suivant les sexes, ne sont nulle part plus accentuées que chez les Coléoptères ; ce sont surtout les mandibules qui prennent parfois un énorme développement, ainsi qu'on peut l'observer dans les genres *Lucanus* (Fig. 119) et *Chiasognathus*.

Inversement, chez les Diptères, qui se nourrissent du sang des

animaux (*Cousins*, *Taons*, *Anophèles*), les femelles seules piquent les mâles n'ont que des mandibules rudimentaires.

5° Cornes céphaliques et prothoraciques. — Dans un certain nombre de Coléoptères (*Lamellicornes*), les mâles sont souvent remarquables par les appendices rigides, cornes, pointes ou tubercules qu'ils portent, soit sur la tête (*appendices céphaliques*), soit sur le corselet (*appendices prothoraciques*), soit sur tous les deux en même temps (*Oryctes nasicornis*).

Ainsi, par exemple, chez les Dynastides, le mâle de *Dynastes Hercules*, magnifique Coléoptère des Antilles et de Colombie, porte deux énormes pointes cornées, l'une recourbée en dessus et placée sur la tête, l'autre sur le prothorax et recourbée en dessous (Fig. 120). La femelle, par contre, très différente de forme et même de colo-

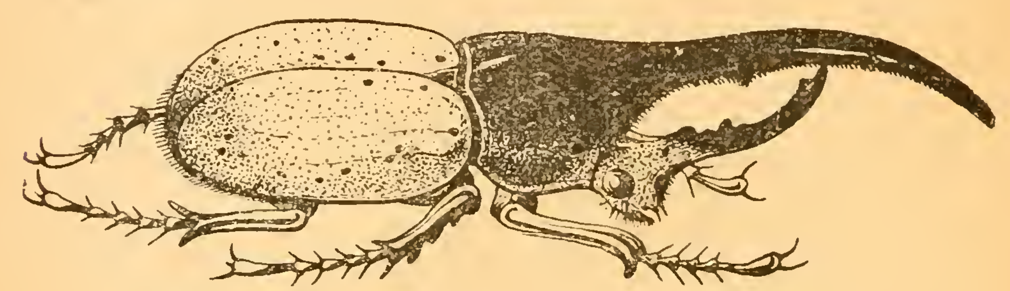


Fig. 120. — *Dynastes Hercules* mâle (d'après F. Henneguy).

ration, ne présente rien de semblable, sauf un petit tubercule conique sur le milieu du vertex. Il en est de même dans les genres *Golofa*, *Augasoma* et *Xylotrupes*.

Le développement des cornes est lui même sujet à de nombreuses variations, car il existe toutes les transitions possibles entre les mâles à cornes développées et ceux chez lesquels ces ornements sont tellement réduits qu'on peut à peine les distinguer des femelles.

6° Pattes. — Les variations les plus intéressantes, concernant ces organes, sont celles qu'on observe chez les Dytiscides (*Coléoptères*) ; les trois premiers articles des tarses antérieurs des mâles sont dilatés en une sorte de palette adhésive, destinée à s'appliquer fortement sur les élytres des femelles pendant l'accouplement.

7° Ailes — La couleur et l'ornementation des ailes varient fréquemment d'un sexe à l'autre ; les modifications les plus remar-

quables se rencontrent surtout chez les Lépidoptères : nous regrettons de ne pouvoir représenter ici les curieux cas de dimorphisme sexuel que nous avons été souvent à même d'observer dans les merveilleuses collections de MM. Charles et René Oberthür.

Chez les Coléoptères, les différences de coloration et d'ornementation sont aussi parfois très accentuées.

Les élytres sont généralement lisses chez les mâles des *Dytiscus* (Coléoptères), alors qu'elles sont presque toujours striées chez les femelles.

Fréquemment aussi, les femelles sont privées d'ailes : *Lampris*, *Drilus*, parmi les Coléoptères, *Cheimatobia* chez les Lépidoptères; mais, l'un des plus beaux exemples de dimorphisme sexuel, est celui que présente *Paromia melania*, beau Papillon de la Nouvelle-Grenade décrit et figuré par M. Ch. Oberthür, *Etudes de Lépidoptérologie comparée*, Fasc. II, p. 22, p. VII, fig. 1 et 2.

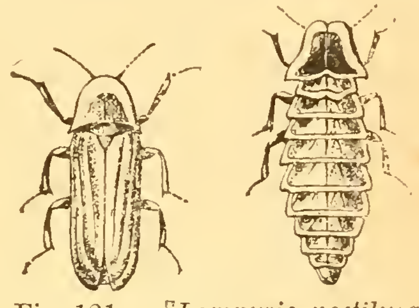


Fig. 121. — *Lampyris noctiluca*, mâle et femelle. (gr. nat.)

8° **Organes lumineux.** — Bien que la production de la lumière soit, généralement, l'apanage des deux sexes (*Lucioles*) chez les Insectes qui possèdent le pouvoir photogénique, dans le vulgaire *Ver-luisant* (*Lampyris noctiluca* (Fig. 121), l'appareil lumineux de la femelle est beaucoup plus développé que celui des mâles (voir p. 142).

9° **Aiguillon.** — Cet appareil de défense, dont sont pourvus un grand nombre d'Hyménoptères, n'existe toutefois que chez les femelles et chez les ouvrières.

Quel que soit l'intérêt qui s'attache à l'étude de ces variations, il nous est absolument impossible de les signaler toutes, car il n'est pas une partie du corps qui ne puisse varier chez les Insectes.

L'entomologiste utilise peu ces variations sexuelles dans la pratique, soit pour la classification, soit pour la détermination des espèces ; mais le biologiste ne peut pas s'en désintéresser ; elles montrent, en effet, le rôle important que jouent les conditions de milieu sur la forme extérieure des êtres.

MODES DE REPRODUCTION

CHAPITRE XIX

REPRODUCTION ASEXUÉE

La Parthénogénèse.

Technique. — Fixer une forte loupe au dessus d'un rameau de Rosier envahi par les Pucerons ; on essayera d'observer en même temps, la parthénogénèse et la viviparité.

Bien que la reproduction sexuelle soit la règle chez les Insectes, on rencontre cependant, quelquefois, des femelles dont les œufs peuvent se développer sans fécondation préalable ; c'est ce phénomène, auquel les anciens paraissent avoir attaché peu d'importance, qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de parthénogénèse (1).

1° Généralités sur la Parthénogénèse. — La parthénogénèse est normale dans un certain nombre d'espèces (*Pucerons*, *Cynips*, etc.) ; d'autres fois elle est irrégulière et purement accidentelle (quelques *Papillons*) ; mais, chose remarquable, dans tous les cas où on l'observe, les individus nés de la sorte, sans fécondation préalable de l'ovule, ont toujours un sexe absolument déterminé. Ainsi, par exemple, chez les Abeilles et chez les Guêpes, les générations parthénogénétiques sont toujours constituées par des mâles ; celles des Pucerons, au moins au

(1) Du grec : *parthenos* vierge.

début du printemps, ne renferment que des femelles. Il y a, pour chaque espèce, une règle fixe, mais cette règle varie d'une espèce à l'autre.

Si l'on a pu soutenir, avec quelque vraisemblance, que les phénomènes de parthénogénèse chez les Abeilles avaient été découverts par Aristote, il ne faudrait pas croire, cependant, que les anciens se soient jamais représenté ces phénomènes sous le jour où ils nous apparaissent aujourd'hui.

Etant données les idées qui avaient alors cours sur l'origine des êtres, tout cas de reproduction, sans l'union préalable des sexes, sans « baptême séminal » n'était pour eux qu'un cas particulier de la « génération spontanée ».

Pendant plus de vingt siècles, aucun fait expérimental ne parvint à ébranler cette théorie ; et, en 1667, l'observation du naturaliste hollandais Gœdart qui, sans accouplement préalable, obtient des œufs féconds d'une femelle de Liparidé (*Orgya gonostigma*), passa elle-même complètement inaperçue.

Cependant, à partir de cette époque, les observations précises se multiplient.

En 1696, Hanneman indique que, pendant quatre ans, les descendants femelles d'une Araignée captive se reproduisirent sans le concours des mâles.

En 1706, Albrecht explique aussi, très formellement, qu'il a vu des œufs de Papillons se développer « *sine prævia maris cum femella conjunctione* ».

Enfin, en 1745, Charles Bonnet, de Genève, publia, sur la fécondation des Pucerons, les belles découvertes qui ont immortalisé son nom. Ayant isolé, sur les conseils de notre illustre compatriote Réaumur, une femelle

d'un de ces Pucerons noirs qui vivent en si grande abondance sur les Fusains, il la vit, quatre fois dans l'espace de vingt et un jours et sans accouplement préalable, engendrer quatre-vingt-quinze petits Pucerons, de chacun desquels il constata « l'acte de naissance heure par heure ». En Suède, le baron de Geer obtenait des résultats identiques.

Malgré toutes ces expériences, vingt fois répétées par Lyonet et par Réaumur lui-même, les naturalistes du siècle dernier n'admettaient pas la possibilité de la reproduction virginale ; les uns ne voyaient, dans ces faits, qu'une confirmation éclatante de la théorie de l'emboîtement des germes, les plus sceptiques faisaient intervenir l'hermaphroditisme avec une sorte d'autofécondation.

Ce fut en 1845, qu'un apiculteur prussien, Dzierzon, curé de Karlsmarkt, en Silésie, établit définitivement l'existence de la reproduction virginale chez les Abeilles ; dix ans plus tard, Siebold (1856), observa le même phénomène pour les Lépidoptères du genre Psyché ; ce fut lui aussi qui appliqua, au fait de la reproduction ovipare, non précédée de fécondation, le nom de « *parthénogénèse* » (1).

Cependant, les naturalistes n'étaient pas au bout de leurs surprises ; ils reconnurent bientôt que la parthénogénèse se présentait avec de nombreuses variantes chez les Insectes : tantôt elle était régulière et, en quelque sorte normale, ainsi qu'on l'observe chez les Aphidés (*Pucerons*) ; d'autres fois, elle apparaissait comme facultative ou purement accidentelle, comme cela a

(1) Jusque-là, ce terme, créé par Oven, n'avait été employé que pour désigner la phase asexuée des générations alternantes.

lieu, par exemple, chez les Bombycidés (*Lépidoptères*) ; enfin, quelquefois, les larves elles-mêmes (*Cécidomyes*), présentant des phénomènes de maturation très précoce, peuvent se reproduire avant d'être arrivées à l'âge adulte ; ce dernier phénomène, découvert par Nicolas Wagner en 1862, a été désigné sous le nom de *Pædogénèse* : bien que ce ne soit là, en réalité, qu'un cas de parturition virginale anticipée, nous distinguerons donc, avec les auteurs les plus récents, quatre modes principaux de reproduction parthénogénétique chez les Insectes.

1° La parthénogénèse normale, *isoparthénogénèse* (*Abeilles*).

2° La parthénogénèse cyclique, *hétéroparthénogénèse*, caractérisée par la succession régulière de nombreuses générations asexuées auxquelles succède une génération sexuée (*Pucerons*).

3° La parthénogénèse accidentelle, *tychoparthénogénèse*. (*Bombycidés*).

4° La parthénogénèse lavale, *pædogénèse*. (*Cécidomyes*).

Nous ajouterons quelques mots sur la parthénogénèse expérimentale.

1° **Parthénogénèse normale** (Isoparthénogénèse).

(*Abeilles et Guêpes sociales*).

Ce mode particulier de parthénogénèse, qui n'a été observé jusqu'ici que chez les Hyménoptères porte-aiguillon, est caractérisé par ce fait que les individus, issus d'un œuf non fécondé, sont *toujours des mâles* (1).

Voici, par exemple, ce qui se passe chez les Abeilles, où les phénomènes ont été analysés avec le plus grand soin. Il y a, comme on

(1) C'est l'arrhénotokie de Siebold.

le sait, trois sortes d'individus dans une ruche : 1° des Ouvrières en nombre très grand, femelles imparfaites et stériles ; 2° des Faux-Bourdons, mâles ; 3° une seule Reine. — La Reine est une femelle normale, pourvue d'organes génitaux bien constitués, et dont le rôle exclusif est de pondre, pour assurer la conservation de la colonie ; la Reine est, en somme, la mère de tous ses sujets. Or, cette femelle unique ne s'accouple qu'une seule fois dans sa vie, tout à fait au début de son existence, au moment du vol nuptial (1).

Cependant, si les circonstances l'empêchent de rencontrer un Faux-Bourdon, autrement dit si, pour une cause ou pour une autre, la fécondation ne peut avoir lieu, la femelle-reine n'en accomplira pas moins sa destinée de pondeuse ; comme de coutume, elle déposera ses œufs dans les alvéoles, et ces œufs posséderont la faculté de se développer, mais la génération de jeunes qui en sortira sera exclusivement constituée par des Faux-Bourdons, c'est-à-dire par des mâles.

N'ayant à indiquer ici que les caractères généraux de la parthénogénèse arrhénotoque, nous pourrions nous dispenser d'insister sur ce sujet, mais nous tenons à relater les principaux faits qui ont mis hors de doute la manière de voir de Dzierzon ; car cette théorie, il faut bien le dire, rencontra, au début, de nombreux contradicteurs et suscita de violents débats.

Voici les faits sur lesquels elle s'appuie :

Lorsque la Reine fécondée pond, dans les conditions normales, elle dépose ses œufs, successivement, dans des alvéoles de dimensions variables, suivant qu'ils doivent donner naissance à une Ouvrière, à un Faux-Bourdon, ou à une nouvelle Reine (*cellules royales*). Or Leuckart, et après lui, Siebold, en examinant, à un fort grossissement, les œufs fraîchement pondus dans les grandes cellules hexagonales où doivent se développer les Faux-Bourdons, ne purent jamais y découvrir des spermatozoïdes, tandis qu'ils en ont trouvé, au contraire, dans les œufs des femelles et des ouvrières.

On a aussi remarqué que, vers la fin de sa vie, l'Abeille reine, toujours féconde, produit une proportion de mâles qui va sans cesse en s'accroissant ; il peut même arriver qu'elle ne produise plus aucun œuf de femelle ni d'ouvrière ; cela provient de ce que la provision de substance fertilisante (*sperme*) renfermée dans son réceptacle sémi-

(1) Voir, pour plus de détails, le volume de l'E. S. consacré aux Hyménoptères.

nal, est épuisée ; les œufs pondus n'étant plus fécondés ne peuvent donner naissance qu'à des mâles.

Enfin, lorsqu'on parvient à réaliser le croisement de deux races d'Abeilles, différentes par la coloration, un mâle brun français, avec une femelle jaune ligurienne, les reines et les ouvrières qui en résultent sont des métis ; ils présentent, à la fois, les caractères de la race française et de la race italienne, tandis que les mâles sont tous de race italienne pure.

Ces faits ne peuvent s'expliquer à moins d'admettre, avec Dzierzon, que l'Abeille mère fécondée peut pondre, *à volonté*, des œufs de mâles ou des œufs de femelles ; il suffirait, en effet, pour cela qu'elle pût, par suite d'un réflexe dont le mécanisme nous échappe, déverser à volonté, sur l'œuf, au moment où il passe devant l'ouverture du réceptacle séminal, le liquide fécondateur qu'elle tient en réserve.

C'est là, évidemment, le point faible de la théorie de Dzierzon ; très justement selon nous, J. Pérez a contesté la possibilité de cet acte volontaire et en quelque sorte raisonné ; néanmoins, si la véritable cause de ces phénomènes est encore inexplicable, le fait lui-même de la reproduction parthénogénétique chez les Abeilles ne saurait être aujourd'hui mis en doute.

2° Parthénogénèse cyclique (HÉTÉROPARTHÉNOGÉNÈSE).

(*Aphidés*, *Cynipidés*, etc.)

C'est chez les Hémiptères de la famille des Aphidés (*Pucerons*, *Phylloxera*, etc.) que ce mode de reproduction virginale se présente avec le plus de régularité.

Il est caractérisé, au moins dans les cas les plus simples, par ce fait que, à suite plus une ou moins longue de générations parthénogénétiques, assurant une large dissémination de l'espèce pendant la belle saison, succède une génération sexuée, destinée à assurer la conservation de l'espèce pendant l'hiver.

1° *Aphidés.* — Tout le monde a pu observer les Pucerons qui vivent en nombre quelquefois prodigieux, sur la plupart des végétaux. Ces petits Insectes se fixent, à l'aide de leur rostre conique, sur les parties molles des branches dont ils sucent la sève. La plante, ainsi parasitée, s'épuise lentement et finit par mourir. Le cycle évolutif est le suivant :

A. Examinons, par exemple, les innombrables Pucerons verts qui

depuis le mois de mai jusqu'en septembre, envahissent les jeunes pousses et les feuilles du Rosier. Au début du printemps, on pourra constater que tous les individus sont dépourvus d'ailes, ce sont des femelles qui, *sans accouplement préalable*, donneront naissance chacune à 40 ou 50 petits *vivants*. Tous les petits Pucerons, nés ainsi par viviparité, sont également des femelles aptères ; ils se comporteront comme leur mère, et alors, dans le cours de la belle saison, on pourra voir huit ou dix générations pathénogénétiques se succéder sur le même Rosier. On a calculé, qu'à la 10e génération, le nombre des descendants, provenant ainsi d'une seule de ces femelles vierges, était de 125.000 environ ; on conçoit l'énormité des dégâts qui peuvent en résulter. Mais ce n'est pas tout.

B. Dans le courant de l'été, à peu près vers l'époque où se produit la 3e génération de femelles aptères, on voit apparaître quelques individus munis d'ailes transparentes. Ces pucerons ailés sont des *migrateurs* ; ils quittent, en général, la plante nourricière et vont fonder une nouvelle colonie sur des Rosiers voisins ; mais, ce sont toujours des femelles parthénogénétiques et vivipares ; aussitôt fixés, ils seront le point de départ de générations nouvelles, qui se comporteront comme les précédentes et ainsi de suite (Fig. 122).

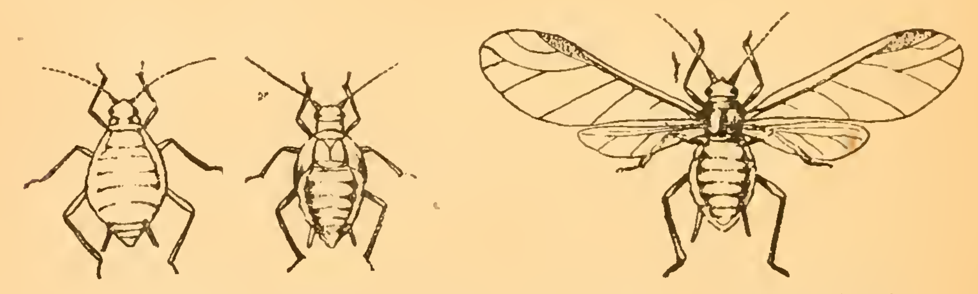


Fig. 122. — Différentes formes de Pucerons (d'après nature)

C'est donc par l'intermédiaire de ces Pucerons ailés, que se trouve assurée la dissémination de l'espèce dans l'espace.

C. Mais, vers la fin de l'été, lorsque la température s'abaisse et que la nourriture menace de devenir de plus en plus rare, les phénomènes changent ; les Pucerons qui naissent, toujours des femelles parthénogénétiques, sont alors généralement ailés ; mais, cette fois, leurs organes génitaux sont bien développés ; il y a des mâles et des femelles qui vont s'accoupler entre eux.

Les femelles ainsi fécondées ne sont plus vivipares ; elles vont

pondre des œufs qui passeront l'hiver sous un abri déterminé et n'écloront qu'au printemps suivant. On a désigné ces œufs sous le nom d'*œufs d'hiver* : ils possèdent une coque épaisse, qui leur permet de résister aux intempéries : ils servent, par conséquent, comme on le voit, non plus à la dissémination de l'espèce dans l'espace, mais à sa dissémination dans le temps : ce sont des œufs de conservation.

Lorsque les œufs d'hiver éclosent, au printemps suivant, il en sort des *femelles aptères* qui seront, comme l'année précédente, le point de départ de nombreuses séries de générations agames.

On donne, à l'ensemble de ces phénomènes, le nom de *parthénogénèse cyclique*, pour exprimer que la vie évolutive des Pucerons est constituée par une série plus ou moins nombreuse de générations virginales, toujours interrompues, à l'entrée de l'hiver, par une génération sexuée.

Il est bien certain que la température joue un rôle important dans les variations du cycle reproducteur des Pucerons, car on peut prolonger à volonté, et en quelque sorte indéfiniment, la série des générations agames ; il suffira de maintenir ces Insectes dans des conditions de température et d'alimentation convenables. Les expériences les plus concluantes à ce sujet sont celles de Kyber (1815), qui réussit à obtenir, pendant quatre années, 50 générations vivipariques du Puceron du Rosier, en prenant seulement la peine de conserver les rosiers dans une chambre chauffée pendant l'hiver. « L'effet d'une alimentation surabondante, dit Balbiani, s'étend à de nombreuses générations ; avec la disette, surviennent l'épuisement et la stérilité de la lignée, mais survient le mâle, qui y rappelle la vitalité près de s'éteindre. »

Et de fait, l'idée vient à l'esprit de comparer ces phénomènes à ceux que Maupas a fait connaître chez les Infusoires ciliés, et qu'il a désignés sous le nom de *rajeunissement caryogamique*.

Il existe bien, cela va sans dire, quelques petites variantes de reproduction chez les Pucerons ; mais, ces légères modifications, qui ne sont d'ailleurs que des adaptations spécifiques, ne troublent nullement la régularité du cycle évolutif, tel que nous venons de la décrire. Ainsi, par exemple, on sait que, chez le *Puceron lanigère*, un certain nombre de femelles aptères persistent à l'automne sur le pommier ; elles descendent alors le long du tronc et vont s'abriter dans la terre pour passer l'hiver. Au retour de la belle saison, ces femelles remontent vers les jeunes branches et vont se joindre à

celles qui sont nées des œufs fécondés. Par la survie de ces femelles hibernantes, il n'y a donc qu'un arrêt saisonnier dans la série des générations parthénogénétiques. Nous aurons encore l'occasion de citer d'autres curieux phénomènes d'adaptation, dans le volume de l'E.S. qui sera consacré aux Hémiptères.

On peut donc résumer, à l'aide du schéma suivant, l'histoire évolutive des Aphidés (1).

œuf d'hiver donne ♀ aptère	♀ apt. ♀ apt.	♂	ailés; s'accouplent
♀ femelle hibernante. .		♀	et donnent œuf.

2° *Cynipidés.* — L'évolution du Phylloxera, des Chermes et des Cynipides s'effectue, dans ses grandes lignes, sur le même plan que celle des Aphidés (Voir les volumes spéciaux). Enfin, il est bien probable, que les cas de parthénogénèse cyclique irrégulière, signalés chez quelques Lépidoptères du genre Psyché, rentreront dans les règles ordinaires, lorsqu'on connaîtra mieux le mode de vie des mâles.

3° Parthénogénèse accidentelle (Tychoparthénogénèse).

Bombycidés).

On observe, de temps en temps, surtout chez les Lépidoptères, des phénomènes de parthénogénèse accidentelle, en ce sens qu'ils se produisent, sans régularité apparente, et sous l'influence de conditions qui nous sont tout à fait inconnues. Certaines femelles peuvent, en effet, sans accouplement préalable, pondre des œufs, chez lesquels il se produit un commencement de développement.

Il y a plus d'un siècle (1795) que Constant de Castellet signala, pour la première fois, le fait à Réaumur, en ce qui concerne le Bombyx du Mûrier ; mais Réaumur refusa d'y croire : « *Ex nihilo nihil fit* », répondit-il.

L'expérience a d'ailleurs démontré que ces œufs parthégénétiques se développaient beaucoup plus lentement que les autres ; le plus souvent même, l'évolution s'arrête à une phase très précoce du développement ; lorsqu'une petite chenille parvient à se former, il est rare qu'elle ait la force d'éclore, généralement elle meurt à l'intérieur de l'œuf.

(1) Le signe ♂ indique les mâles ; ♀ désigne les femelles.

Jourdan, à la suite d'expériences nombreuses, publiées dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences en 1861, avait cru pouvoir avancer que la parthénogénèse accidentelle était plus fréquente chez les races polyvoltines que dans les races univoltines (1) ; jusqu'ici ces vues n'ont pas reçu l'assentiment des naturalistes.

La proportion d'œufs, capables d'éclore sans fécondation, est toujours extrêmement réduite ; à part quelques circonstances exceptionnelles, il est rare qu'elle atteigne 2 p. 0/0; le plus souvent même, ainsi que nous l'avons déjà dit, les œufs présentent un commencement de segmentation, mais ils ne peuvent pas arriver jusqu'à l'éclosion. Par conséquent, chez les Lépidoptères, la parthénogénèse ne constitue donc jamais un mode de développement naturel et régulier comme chez les Abeilles et chez les Pucerons.

Cependant Carlier, opérant sur *Liparis dispar*, en 1838, réussit à obtenir trois générations parthénogénétiques successives ; malheureusement ses expériences ne purent être continuées, parce que les œufs de la troisième génération ne donnèrent naissance à aucune femelle. Weijenbergh reprit avec succès, en 1870, les expériences de Carlier ; lui non plus ne put aller au delà de la troisième génération ; bien que nombreux, tous les œufs qu'il obtint furent stériles

Là encore, nous voyons la parthénogénèse produire un épuisement rapide des éléments sexuels ; seule, très probablement, une conjugaison normale serait capable de ranimer la « vitalité près de s'éteindre ».

Des cas de parthénogénèse accidentelle ont été également observés chez les Hyménoptères (*Tenthrédines*), chez les Orthoptères (*Phasmides*), chez les Diptères (*Cécidomyes*) et même chez quelques Coléoptères. Nous examinerons ces différents cas dans les volumes spéciaux consacrés à chacun de ces groupes.

4° Parthénogénèse larvale (Pædogénèse).

(*Cécidomyes*).

La plupart des auteurs ont constaté que, chez les Insectes parthénogénétiques, les cellules sexuelles apparaissent de très bonne heure

(1) Les races de *Ver à soie*, qui ne se reproduisent qu'une seule fois dans le cours d'une année, sont dites *univoltines* ; celles qui donnent deux générations et plus sont dites *bivoltines* et *polyvoltines*.

au pôle de l'œuf. Chez les Cécidomyes et chez les Aphidés, on peut les observer dès les premiers moments de la segmentation même, avant la formation du blastoderme.

Imaginons que ces processus de développement précoce continuent à se produire, avec la même activité, pendant la période embryonnaire, on pourra alors rencontrer des larves, ou des nymphes, dont les éléments génitaux seront arrivés à maturation, avant que l'Insecte n'ait lui-même revêtu la forme de l'adulte. Si les œufs, produits par les larves femelles, peuvent se développer à cette époque, on a le phénomène que le professeur N. Wagner observa pour la première fois à Kasan, en 1862, sur des larves de Cécidomyes, et que von Baer désigna, l'année suivante, sous le nom de *pædogénèse*.

En ce qui concerne la Cécidomye étudiée par Wagner, les œufs ne sont jamais pondus ; les petites larves se forment à l'intérieur du corps de leur mère, et celle-ci se détruit au moment de la mise en liberté des jeunes. Mais, dans une autre espèce de Diptère (*Chironomus Grimmi*), la reproduction se fait par de véritables œufs, pondus, non plus par la larve, mais par la nymphe.

Un simple retard dans le développement des produits sexuels suffit pour expliquer cette différence ; pour un retard plus grand, on conçoit que la ponte ne pourra plus avoir lieu que chez l'adulte et, de fait, A. Schneider a prouvé que la femelle de ces mêmes Diptères conservait, même dans l'âge adulte, la propriété de se reproduire parthénogénétiquement.

La pædogénèse et la parthénogénèse normale sont donc, comme on le voit, deux phénomènes biologiquement identiques ; il est probable qu'on peut passer de l'une à l'autre par toutes les transitions possibles, et la pædogénèse, en réalité, n'est autre chose qu'une parthénogénèse précoce.

La pædogénèse n'est d'ailleurs pas spéciale aux Insectes, on peut aussi la rencontrer dans d'autres groupes du règne animal ; ainsi, par exemple, la formation des Cercaires dans le sporocyste des Distomiens est un cas de pædogénèse parfaitement caractérisé.

Progénèse. — Dans la règle, les Insectes, de même que les autres animaux, ne sont aptes à se reproduire sexuellement que lorsqu'ils sont arrivés à l'état adulte ; on connaît cependant quelques larves qui font exception à cette loi générale, et qui, en outre, de la faculté qu'elles possèdent de donner des générations parthénogénétiques

peuvent s'accoupler avant d'être arrivées à l'état parfait et produire des œufs féconds.

A. Giard, qui a le premier appelé l'attention sur ces curieux phénomènes, en 1887, a désigné sous le nom de *progénèse* cette reproduction sexuelle des larves.

Comme exemples d'Insectes chez lesquels la progénèse peut être observée, on peut citer les femelles parasites des Stylops, qui conservent, pendant toute leur vie, la forme larvaire, ainsi que certaines femelles aptères et parthénogénétiques des Pucerons.

Il est possible que la progénèse ne puisse se rencontrer, que chez les espèces ayant déjà des tendances parthénogénésiques ; mais elle se distingue néanmoins très nettement de la parthénogénèse normale en ce qu'elle implique toujours un acte préalable d'accouplement et qu'elle introduit, par conséquent, une légère variante dans les phénomènes de reproduction sexuée.

5° Parthénogénèse expérimentale.

Actuellement, l'une des questions les plus passionnantes de l'embryogénie, est celle de savoir si l'action fécondante du spermatozoïde sur l'œuf ne pourrait être reproduite, dans ses traits essentiels, par des moyens physiques ou purement mécaniques.

En ce qui concerne les Oursins, le problème vient d'être résolu affirmativement par M. Yves Delage, et il n'y a probablement aucune raison pour que ce merveilleux résultat ne puisse être généralisé.

La première expérience de parthénogénèse expérimentale paraît précisément avoir été réalisée sur les Insectes. En 1886, Tichomiroff montra, en effet, qu'on peut obtenir des éclosions d'œufs non fécondés de Ver à Soie, en les frottant légèrement avec un pinceau ou en les plongeant pendant deux minutes dans l'acide sulfurique concentré.

Malheuremenent, cette expérience n'est pas concluante ; nous avons vu, en effet (p. 198), que les œufs de cette espèce peuvent quelquefois se développer sans fécondation préalable. D'autre part, les expériences entreprises en vue de déterminer si le sexe d'un animal n'est pas déjà fixé dans l'ovule (1) ont montré que, dans le

(1) Loeb (J). — *Dynamique de la vie*, p. 332-339.

cas des Pucerons, par exemple, si l'on abaisse la température du milieu, si on dessèche l'air, ou si on modifie notablement l'état clinique de la plante nourricière, le cycle des générations parthénogénétiques est presque immédiatement arrêté ; il se produit des mâles et des femelles qui s'accouplent bientôt. Inversement, si l'on maintient les plantes dans des conditions convenables de température et d'humidité ,le cours des générations agames peut être prolongé pendant très longtemps.

Il n'y a donc pas de doute ; le développement de l'œuf est fonction du milieu où il vit ; reste à savoir si nous trouverons le ou les moyens scientifiques d'agir sur ce milieu de manière à obtenir, dans tous les cas, un résultat prévu et, à l'avance, déterminé.

CHAPITRE XX

DIVERS ACTES DE LA REPRODUCTION SEXUÉE

Technique. — Le Hanneton se prête très bien à l'étude des phénomènes d'accouplement.

La fécondation, chez les Insectes, s'accomplit comme chez les animaux supérieurs, il n'y a donc pas lieu de s'arrêter à la description de ce phénomène ; le seul point qui nous intéressera ici sera de rechercher comment, et à la suite de quels actes préparatoires, le spermatozoïde, élément mâle, se trouve mis en relation avec l'ovule, élément femelle.

Nous avons déjà décrit, avec assez de détails, les appareils génitaux dans les deux sexes, ainsi que les armures (*organes accessoires*) qui rendent possible le rapprochement des mâles et des femelles ; il nous suffira donc de décrire maintenant les différents modes d'accouplement.

1° Accouplement.

L'acte essentiel de l'accouplement, c'est l'introduction du pénis du mâle dans le vagin de la femelle, de manière à déposer le fluide fécondant le plus près possible de l'ovule mûr. Cet acte est réalisé de façons très différentes, suivant les groupes d'Insectes ; mais, dans l'immense majorité des cas, le mâle se place sur le dos

de la femelle et la retient embrassée avec ses pattes (Fig. 123) ; souvent aussi, suivant l'expression de Lacordaire, si heureusement traduite par Henneguy, l'accouplement se pratique *more canum*, les deux sexes sont réunis bout à bout, et se tiennent la tête dirigée en sens inverse (*Pentatomes*).

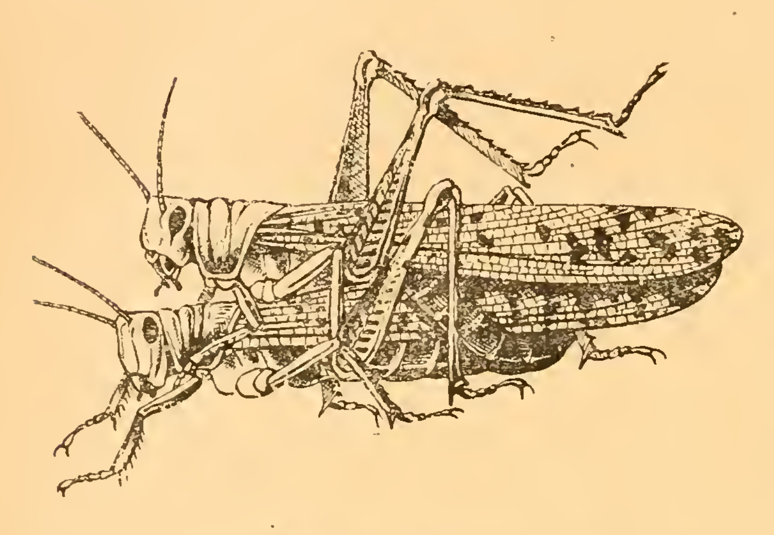


Fig. 123. — Accouplement du *Criquet pèlerin* (ORTHOPT.) (d'après KUNCKEL d'HERCULAIS, in Henneguy)

Mais d'autres fois, le mâle et la femelle, bien que réunis bout à bout, se placent néanmoins l'un à côté de l'autre, la tête dirigée dans le même sens ; cette position, également très commune, se rencontre chez un certain nombre de Lépidoptères nocturnes et chez quelques Hémiptères. Certains Névroptères (*Bittacus* Fig. 124), plusieurs Zygènes, les Cousins, les Notonectes et même quelques Coléoptères (*Atomaria*), s'accouplent ventre à ventre. Chez les Tipulides et un certain nombre d'autres Diptères, c'est la femelle qui se place sur le dos du mâle.

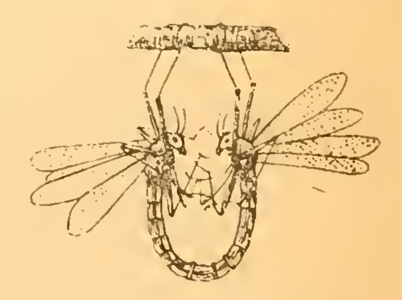


Fig. 124. — Accouplement du *Bittacus tipularius* Névropt. (d'après BRAUER, in Henneguy).

Conformément aux idées émises pour la première fois par Mouffet, c'est bien, paraît-il, en dehors de la ruche qu'a lieu la fécondation de la Reine par un Faux-Bour-

don chez les Abeilles ; l'accouplement s'opère dans l'air, pendant le vol nuptial, mais il semble n'avoir jamais été observé qu'une seule fois, par François Huber, le 29 juin 1788 (1).

L'accouplement des Libellules présente des particularités qui ont intrigué les entomologistes pendant fort longtemps; aujourd'hui encore, je ne suis pas sûr qu'on en connaisse le mécanisme exact. Quoi qu'il en soit, voici comment on l'explique.

L'appareil copulateur du mâle est situé, non pas à l'extrémité, comme on le croyait autrefois, mais près de la base de l'abdomen, dans une dépression ventrale, dépendant du deuxième et du troisième segment ; la partie essentielle de cet appareil, fort compliqué, est constituée par une sorte de tambour à l'intérieur duquel se trouve la vésicule séminale. Le canal excréteur de cette vésicule s'ouvre, à la base d'un crochet mobile et triarticulé, qui n'est autre chose que le pénis. Enfin, de chaque côté du réservoir séminal, se voient deux sacs élastiques, dont le rôle est de comprimer le réservoir afin d'en faire sortir, suivant la volonté de l'animal, le liquide fécondateur.

Au moment de l'accouplement, le mâle saisit la femelle par le cou, à l'aide de la pince située à l'extrémité de son abdomen, et l'entraîne avec lui dans son vol ; après quelques instants, la femelle relève, à son tour, l'extrémité de son abdomen contre l'appareil copulateur du mâle (Fig. 125).

Un autre mode singulier d'accouplement est celui des Lépidoptères du genre *Psyché*. Les femelles sont

(1) François Hubert était aveugle depuis l'âge de 15 ans ; il faut entendre que ce fut par les yeux de son fidèle domestique, Burnens, qu'il fit l'importante observation indiquée ci-dessus.

aptères ; devenues adultes, elles ne quittent pas le fourreau qu'elles se sont construit étant chenilles ; elles se tiennent, dans ce fourreau, la tète en bas, présentant ainsi, du côté de l'ouverture, l'extrémité postérieure de leur corps. C'est dans cette position qu'elles reçoivent le contact du mâle, dont l'abdomen est susceptible de s'allonger considérablement, afin de pénétrer à l'intérieur du fourreau.

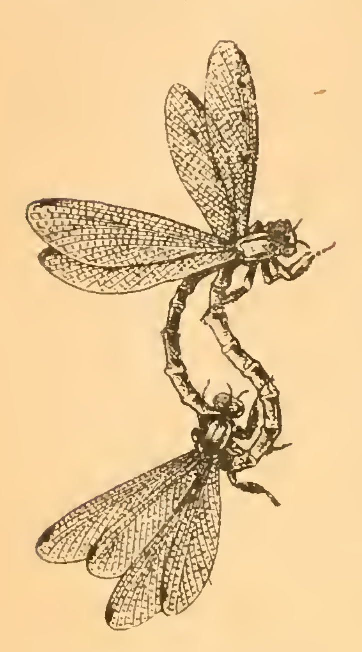


Fig. 125. — Accouplement des Libellules (d'après F. Henneguy).

Certains Coléoptères xylophages (*Anobiides*, *Scolytides*), qui vivent à l'intérieur du bois ou sous les écorces, se comportent à peu près de la même manière; les mâles sortent toujours de leurs galeries ; les femelles beaucoup plus rarement ; elles se contentent de présenter l'extrémité postérieure de leur abdomen à l'orifice de leurs retraites.

Ces exemples suffisent à montrer qu'on ne peut pas encore formuler de règle générale en ce qui concerne l'accouplement des Insectes. On possède un certain nombre d'observations éparses, mais les exemples connus sont, en somme, relativement peu nombreux. Les aspects si variés de cet acte dépendent d'ailleurs, il était facile de le prévoir, de la position des ouvertures génitales et de la conformation des armures.

Durée de l'accouplement. — La durée de l'accouplement est excessivement variable ; là encore on ne peut rien dire de général ; très court, à peine de quelques secondes chez les Mouches, cet acte peut durer plusieurs heures (*Bombyx*) ou même plusieurs jours (1 à 3 jours) chez le Hanneton.

Le mâle meurt presque toujours à la suite de ces accouplements prolongés ; dans tous les cas, sa vie est beaucoup plus courte que celle de la femelle, qui, elle, ne disparaît qu'après la ponte, lorsqu'elle a épuisé toute sa fécondité.

Le plus souvent, l'accouplement commence à terre ou sur les plantes (*Coléoptères*) ; mais, pour un grand nombre d'Insectes bons voiliers, il se continue pendant le vol (*Lépidoptères*). et c'est alors la femelle, toujours plus vigoureuse, qui transporte le mâle. Un certain nombre d'Insectes ne s'accouplent même que pendant le vol : *Termites*, *Ephémères*.

Parmi les Insectes aquatiques, les uns s'accouplent au repos, sur les plantes submergées (*Dytiscides*) ; d'autres, comme par exemple les Notonectes, restent réunis en nageant.

On ne saurait très exactement dire comment, chez les Insectes, les mâles sont avertis de la présence des femelles ; par la vue sans doute, peut-être aussi par des sens spéciaux que nous ne connaissons pas ; mais il semble aussi bien certain, d'après les expériences de Balbiani, que l'odorat et les antennes jouent le rôle capital dans le rapprochement des sexes (1).

En général, la femelle des Insectes est monocarpique, aussi ne s'accouple-t-elle qu'une seule fois dans sa vie ; cette règle paraît absolue, même pour les Insectes qui vivent plusieurs années, comme l'Abeille reine. Cependant, on connaît quelques espèces de Panorpes, et, parmi les Coléoptères, les Cantharides, dont les femelles s'accouplent, dans un espace de temps très court, avec plusieurs mâles différents ; mais la ponte est toujours unique.

L'accouplement des mâles, successivement avec plusieurs femelles est plus fréquent ; de Geer a vu un Puceron s'accoupler avec cinq femelles différentes, et tout le monde connaît l'exemple banal des Mouches.

2° Ponte des œufs.

1° *Nombre d'œufs.* — Le nombre d'œufs pondus par les femelles est excessivement variable suivant les différents groupes d'Insectes. Dans une famille naturelle, et même dans une espèce déterminée, il y a des variations, suivant

(1) Balbiani (E.). — *Note sur les antennes servant aux Insectes pour la recherche des sexes.* (Ann. soc. entom. de France, 1866, T. VI. Bull. p. 38).

le régime et suivant que la nourriture est abondante ou rare.

Ce sont les Coléoptères et quelques Diptères, qui paraissent, en moyenne, produire le plus faible nombre d'œufs, 6 à 30 ; certains Lépidoptères, notamment *Chelonia Caja*, peuvent donner jusqu'à 1600 œufs ; mais le record est certainement tenu par les femelles des Insectes sociaux, dont la ponte peut se prolonger, presque sans interruption pendant 4 ou 5 ans ; on estime ainsi qu'une reine d'Abeille ne pond pas moins de 60.000 œufs dans le cours de son existence. Une espèce de Termite donnerait plus de 2 millions d'œufs par an.

Toutefois, on le comprendra sans peine, le régime, la température, jouent un rôle important dans la régularisation de cette fonction ; l'âge aussi amène, en général, une diminution notable de la fécondité. Sous ce rapport, le cas des Pucerons est éminemment suggestif. Nous avons vu (p. 196) qu'au printemps, la fécondité des femelles parthénogénétiques est assez grande ; mais, dans le courant de l'été, cette fécondation devint progressivement décroissante, à tel point que la femelle sexuée de la dernière génération agame, ne pond plus qu'un seul œuf qui est l'œuf d'hiver.

2° *Lieu de ponte.* — Un certain nombre d'Insectes prennent soin de protéger leurs œufs après la ponte, en les abritant dans une sorte de nid ; les savantes constructions des Abeilles sociales, des Vespides, des Termites n'ont pas d'autre signification. Un autre exemple classique, toujours cité, est celui des Hydrophiles, qui fabriquent, à l'aide d'une soie grossière, un cocon ovoïde, muni d'un appendice recourbé, dans lequel elles déposent environ 50 œufs.

La femelle d'un Orthoptère algérien (*Stauronotus maroccanus*) fabrique, en même temps qu'elle pond, une sorte d'étui terreux à l'aide d'un mucus qui agglomère les grains de sable, et ses œufs, au

nombre de 60 à 70, sont abrités dans cette oothèque d'un nouveau genre (Fig. 126.) Le *Criquet pèlerin*, qui possède les même habitudes, peut, de plus, d'après Beauregard, placer son nid dans le sol à sept ou huit centimètres de profondeur.

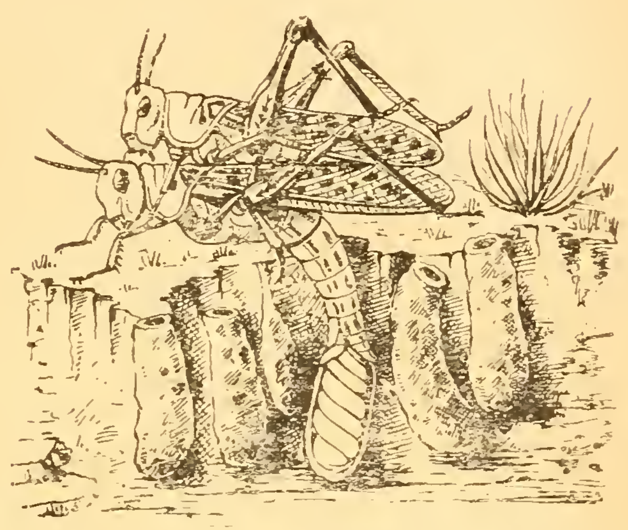


Fig. 126. — Femelle du *Stauronotus maroccanus* Orthopt. pondant dans ses oothèques aussitôt après l'accouplement (d'après KUNCKEL d'HERCULAIS, in Henneguy).

Quelques Lépidoptères, notamment les Bombycidés (*Liparis*), déposent leurs œufs le long des branches des arbres ; pour les protéger, ils les recouvrent d'une sorte de feutrage fabriqué avec les poils de l'extrémité de leur abdomen.



Fig. 127. — Hyménoptère (*Encyrtus fuscicollis* pondant dans les œufs de l'Hyponomente du pommier (d'après MARCHAL).

Enfin, chez certains Hémiptères, les Coccidés notamment (*Lecanium*), c'est le corps même de la femelle qui, vide et desséché, forme une sorte de bouclier chitineux, sous lequel les œufs sont à l'abri de tout danger.

Les cas de prévoyance qui précèdent sont, dans une certaine mesure, exceptionnels ; le plus souvent, les femelles des Insectes se contentent de pondre leurs œufs dans le milieu où les larves doivent vivre ou à proximité de la nourriture qui leur convient. L'exemple des Mouches est caractéristique ; il s'agit là d'un tropisme (1) dont l'exemple n'est

(1) Nous savons très bien que la plupart des faits attribués à l'intelligence ou à l'instinct sont des tropismes, mais nous ne pouvons pas nous étendre sur ces phénomènes, dans un ouvrage élémentaire comme celui-ci.

pas isolé ; tous les Insectes agissent de même ; on pourrait citer des centaines d'exemples ; mentionnons seulement les *Charançons*, les *Bruches*, dont les larves vivent dans les graines, et dont les œufs sont pondus sur l'ovaire lui-même au début de sa croissance ; les *Ichneumons* savent choisir les chenilles dans le corps desquelles leurs larves doivent se développer (Fig. 127) ; les *Cynips*, en piquant les plantes, provoquent la formation d'un Cécidie (*galle*) où leur progéniture trouvera à la fois la nourriture et l'abri. Tous les Insectes Xylophages : *Buprestides*. *Longicornes*, etc., déposent généralement leurs œufs à la surface des arbres, dans les fissures des écorces. Les Cousins pondent leurs œufs à la surface de l'eau ; il en est de même des Phyrganes, mais dans ce cas les œufs au lieu de flotter tombent au fond.

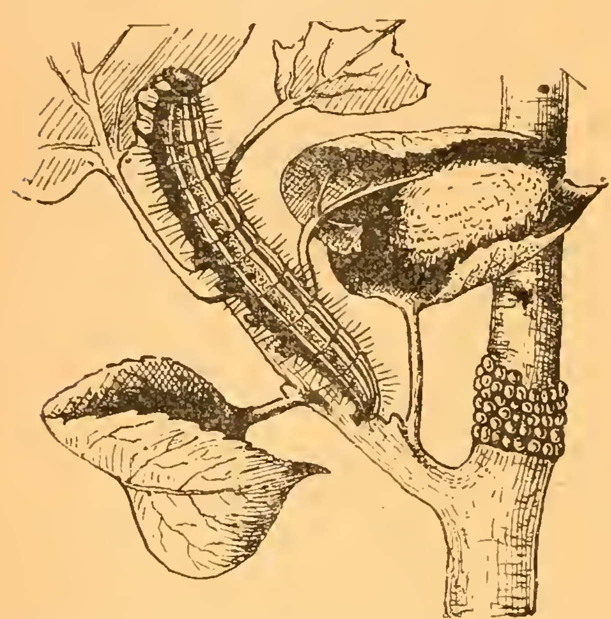


Fig. 128. — *Bombyx neustria*, œufs, chenille et cocon renfermant la Chrysalide.

3° *Mode de ponte*. — La manière dont la femelle dépose ses œufs dans le milieu qui convient le mieux à leur développement, est également très variable ; ici encore, il n'y a aucune règle apparente mais on peut distinguer quatre cas principaux :

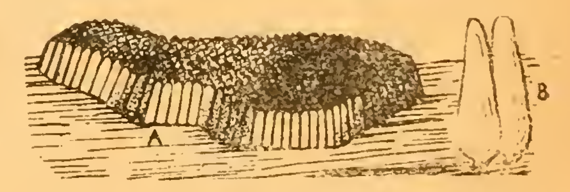


Fig. 129. — Œufs de Cousin. *A*, nacelle formée d'œufs placés côte à côte ; *B*, deux œufs isolés, grossis.

a. Dans le premier cas, le plus simple, *les œufs sont pondus isolément*. Ainsi, par exemple, la femelle du *Dytique*, étudiée par Regimbart, pratique une fente étroite, avec son oviscapte, dans une tige de Jonc ou de Sagittaire, et, dans cette fente, introduit un seul œuf. Les *Cynips* percent, à l'aide d'une longue tarière, les tissus des plantes pour y introduire leur œuf pédonculé ; les Ichneumonides agissent de même à l'égard des Chenilles ou des œufs dans l'intérieur desquels leur larve se développera.

b. Dans un certain nombre de cas, la femelle ne disperse pas ses œufs ; ces derniers, tous déposés au même endroit, se trouvent

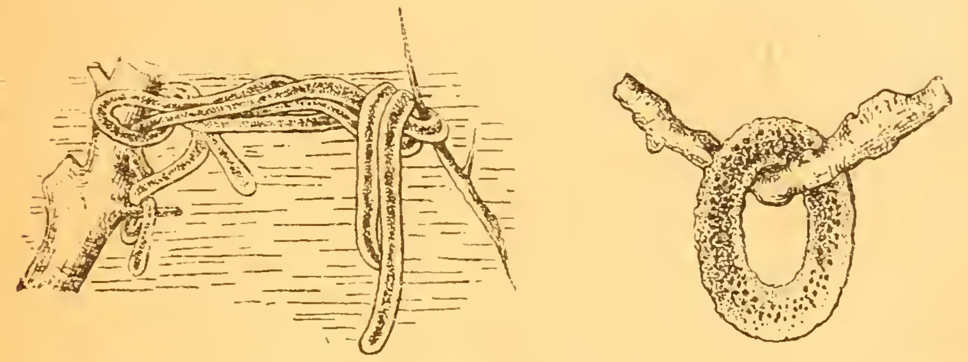


Fig. 130. — Œufs de Névroptères aquatiques sous forme de rubans (*Tetragoneuria*) ou d'anneaux gélatineux (*Trichoptères*) (d'après NEEDHAM et BETTEN).

réunis, tantôt en amas irréguliers, comme par exemple ceux du Hanneton, tantôt en séries parallèles comme ceux des Gyrins, ou quelquefois même en une élégante spirale à tours continus comme ceux du *Bombyx neustria*, autour des branches du poirier (Fig. 128).

Il en est encore de même des œufs des Cousins qui, pondus côte à côte, forment de petites nacelles brunes flottant à la surface de l'eau (Fig. 129).

c. Dans un troisième mode de ponte, la femelle expulse ses œufs en une seule fois, sous forme de masses allongées ou lenticulaires, de consistance gélatineuse. Ce cas s'observe surtout chez les Insectes aquatiques (*Diptères* et *Névroptères* (Fig. 130) ; mais on l'a également observé chez les Éphémères, chez les Phryganes et même chez un Lépidoptère à larves aquatiques, le *Botis potamogalis*.

Fig. 131. — Oothèque de la *Mante religieuse* ; *a*, oothèque ; *b*, embryons sortant de l'oothèque (d'après BRONGNIART).

d. Enfin, dans quelques cas, les œufs pondus sont renfermés dans une espèce de capsule qui leur assure une protection efficace ; ces capsules, dont la forme varie suivant les espèces, ont reçu le nom d'*oothèques* (Fig. 131) ; on n'a rencontré jusqu'ici des oothèques que chez les Orthoptères (surtout *Blattidés* et *Mantidés*).

Plusieurs auteurs ont essayé de suivre le mode de formation des oothèques, et ils ont constaté qu'elles prennent naissance par un produit de sécrétion des glandes sébifiques se durcissant à l'air.

CHAPITRE XXI

L'ŒUF ET SES ENVELOPPES

Technique. — Prendre directement des œufs, à divers états de développement, dans les gaines ovariques des Insectes femelles : *Hanneton*, *Bombyx du mûrier*, *Sauterelle verte*, etc., etc. — Henneguy indique en outre un procédé très pratique, qui est le suivant :

« Pour étudier le développement des Pucerons, il suffit de prendre un de ces Insectes, de couper l'extrémité postérieure de l'abdomen et de faire sortir le contenu du corps dans une goutte d'eau salée à 0,6 %, en exerçant une légère pression sur l'abdomen. Les gaines ovariques sortent en entier ; on peut examiner leur contenu par transparence et faire agir sur elles différents réactifs qui font apparaître les détails de structure avec plus de netteté. » (Henneguy, *Les Insectes*, p. 403.)

Il va sans dire que ce procédé peut s'appliquer à tous les cas, lorsque la taille de l'Insecte ne permet pas la dissection.

1° Œuf. — Aussitôt qu'il a subi l'action fécondante du spermatozoïde, l'ovule est devenu un œuf ; c'est alors qu'il est pondu, dans les conditions que nous avons indiquées précédemment (p. 207), et qu'il commence à se diviser, pour devenir un embryon, plus tard une larve, et, finalement, un Insecte nouveau.

Forme de l'œuf. — La forme et l'aspect extérieur de l'œuf sont extrêmement variables ; cependant, ses caractères paraissent assez constants dans certaines familles ; étudiés avec attention, ils fourniraient même peut-être d'excellents caractères génériques ou spécifiques.

Les œufs sont sensiblement sphériques ou orbiculaires chez un grand nombre de Papillons ; ils ont la forme d'un ovoïde allongé chez les Coléoptères et les Diptères, mais on en rencontre aussi de plats et de coniques ; quelquefois même leur aspect est si singulier qu'on hésiterait à les reconnaître pour des œufs.

Ainsi, par exemple, les œufs de la *Nèpe cendrée*, sont oblongs et portent à leur extrémité supérieure une couronne de filaments grêles qui les font ressembler aux semences du Chardon-bénit.

Les œufs de certains Névroptères (ex. : genre *Chrysopa*), pondus sur les écorces ou sur les feuilles, par groupes de dix à douze, sont portés à l'extrémité d'un long pédoncule (Fig. 132, A.) ; c'est là, d'après Comstock, un acte de prévoyance de la femelle qui « sait » que si elle n'agissait pas ainsi, le premier éclos de ses enfants dévorerait indubitablement les œufs où sont encore enfermés « ses frères et sœurs ».

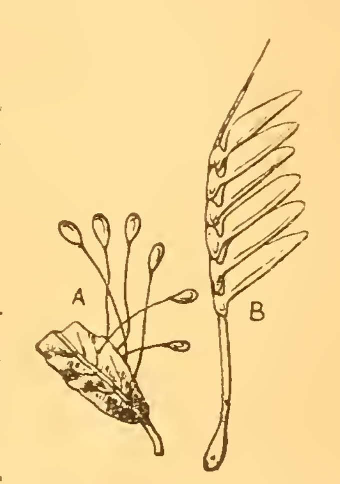


Fig. 132. — Œufs pédonculés et fixés sur un support, *A*, chez un Ephéméride ; *B*, chez les Œstrides (d'ap. PACKARD).

Beaucoup d'Insectes, appartenant aux groupes les plus divers, produisent ainsi des œufs pédonculés ; le rôle de ce pédoncule paraît variable ; Adler, dans le cas des Chalcidites, le considère comme un appendice respiratoire ; d'autres fois, comme par exemple chez les espèces entomophages (*Ichneumonides*), il sert à fixer l'œuf sur le corps de la Chenille qui servira de pâture à la larve ; chez un certain nombre d'Œstrides, notamment chez *Hypoderma lineata*, ce pédicelle est admirablement adapté pour se fixer sur le poil (Fig. 132, B.). Enfin, certaines Mouches (*Scatophaga*, *Drosophila*), pour éviter la dessiccation de leurs œufs, dont l'enveloppe est très mince, les déposent à l'intérieur de la substance même qui doit nourrir la larve ; mais alors, pour que la petite larve ne soit pas exposée à être étouffée au moment de son éclosion, l'œuf porte, près de l'un de ses pôles, deux appendices divergents qui l'empêchent de s'enfoncer au delà des trois quarts de sa longueur. Latreille pense que les soies qui ornent l'œuf de la Nèpe cendrée ont un usage analogue, car les femelles les introduisent dans le parenchyme des plantes aquatiques, précisément jusqu'au niveau de ces appendices.

Si nous laissons de côté ces variations de forme pour examiner

l'aspect de la surface extérieure des œufs, nous trouvons parfois une ornementation des plus variée. S'il est vrai que certains œufs, comme par exemple ceux des Coléoptères et des Orthoptères, ont une enveloppe parfaitement lisse, ou simplement granuleuse, il en est d'autres dont la surface est très curieusement ornée. Chez plusieurs Lépidoptères, l'enveloppe extérieure de l'œuf montre des réseaux très élégants (Fig. 133) ; mais les œufs les plus remarquables sous ce rapport sont certainement ceux des Phasmides.

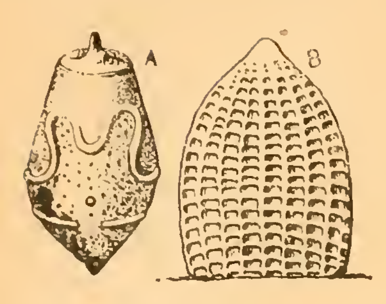


Fig. 133. — Aspect extérieur de quelques œufs d'Insectes. *A*. chez un Phasmide; *B*. chez un Lépidoptère (d'après Packard).

Comme une longue description de ces particularités serait sans intérêt, nous nous bornons à donner ici les figures de quelques-uns de ces œufs, choisis parmi les plus caractéristiques (Fig. 133).

2° Structure de l'œuf. — Les auteurs ont souvent compliqué outre mesure la terminologie des différentes parties de l'œuf ; mais, si nous nous souvenons que l'élément reproducteur femelle a toujours la valeur d'une cellule, et qu'ici, en particulier, cette cellule est presque toujours pourvue d'abondantes réserves nutritives et protégée par une membrane annexe, il nous sera plus facile de comprendre les phénomènes qui se produiront dans le cours du développement, principalement au début de la segmentation (Fig. 134).

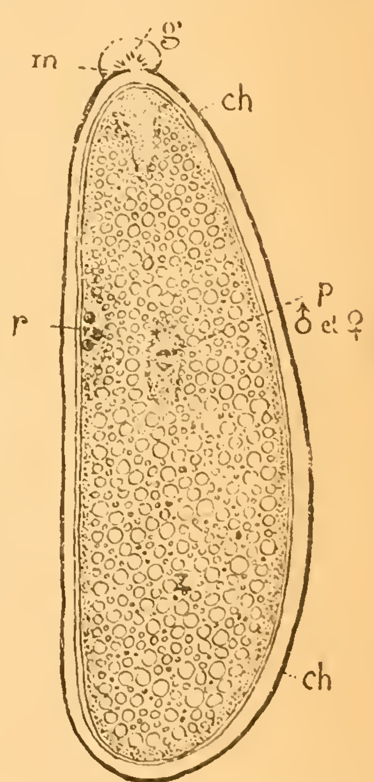


Fig. 134. — Section longitudinale d'un œuf de Mouche au moment de la fécondation; *m*, micropyle; *ch* chorion ; *p*. pronucleus mâle et femelle ; *r*. sphères directrices (d'après Korschelt et Heider).

Dans l'immense majorité des cas, l'œuf est protégée par deux membranes : la membrane externe, plus ou moins épaisse, a été désignée sous le nom de *Chorion*. Cette membrane a été surajoutée pendant la maturation de l'œuf ; elle tire son origine de l'épithélium interne des gaines ovariques, et c'est elle qui porte l'ornementation remarquable que nous avons signalée plus haut.

En dessous du Chorion se trouve une deuxième enveloppe très mince : c'est la membrane propre de la cellule-œuf (= *membrane vitelline*) ; sous cette deuxième membrane vient le protoplasma de l'œuf (= *vitellus formatif*), au sein duquel la substance de réserve (= *vitellus nutritif*) est inégalement distribuée. Le noyau de la cellule-œuf est souvent désigné sous le nom de *vésicule germinative.*

On observe, cela va sans dire, dans la structure des œufs, un grand nombre de modifications dues, très probablement, au mode de vie des Insectes.

VITELLUS. — On donne ce nom, comme nous venons de le voir, à la réserve nutritive qui se forme à l'intérieur de l'œuf pendant sa maturation.

Dans un grand nombre de cas, cette substance nutritive est irrégulièrement distribuée à l'intérieur du protoplasma ; l'œuf appartient alors au type *hétérolécithe* (= *mixolécithe* (*Musca*) ; quelquefois cependant le vitellus nutritif paraît massé vers le centre de l'œuf ; dans ces cas l'œuf est dit *centrolécithe* (*Liparis*) ; chez un grand nombre de Thysanoures, les œufs paraissent même complètement dépourvus de réserve nutritive (*œufs alécithes*).

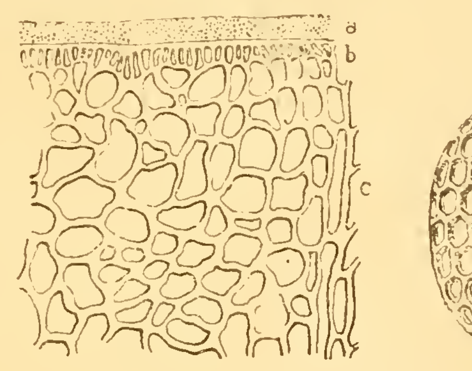


Fig. 135 — Aspect extérieur et structure du Chorion dans quelques Insectes ;*a*, zone interne de la paroi ; *b*, zone moyenne ; *c*, zone externe, gross. 50 D (d'après F. HENNEGUY).

On ne connaît pas encore exactement la nature du vitellus nutritif ; l'analyse microchimique a seulement permis d'y reconnaître des globules de graisse et des granulations protéiques.

CHORION. — Le chorion, ou enveloppe extérieure de l'œuf, dont la surface est fréquemment ornée de bandes en relief, d'alvéoles ou de plis (Fig. 135), est une membrane d'épaisseur variable suivant les Insectes. La structure de cette membrane, également très variable, n'a été étudiée jusqu'ici que dans quelques cas particuliers ; elle se compose, d'après Wheeler, de deux lamelles chitineuses réunies par de nombreux petits piliers de la même substance ; ce sont les pointes saillantes de ces petits piliers qui donnent, à certains œufs, leur aspect granulé. Henneguy a montré, de son côté, que la lamelle

chitineuse externe de l'œuf d'un Phasmide (*Phyllium curifolium*) (1), rappelle, à s'y méprendre, la coupe d'un tissu végétal ; or, par ailleurs, cet œuf ressemble extérieurement à un akène d'Ombellifère, de sorte que, chez cet Insecte remarquable, le mimétisme n'affecte pas seulement les formes bizarres de l'adulte, mais il se poursuit jusque dans la structure de ses œufs (Fig. 134).

Micropyles. — Si l'enveloppe extérieure de l'œuf était continue, la fécondation serait impossible, car les spermatozoïdes ne pourraient pénétrer à l'intérieur du vitellus pour se fusionner avec le pronucleus femelle ; aussi, pour assurer cette pénétration, il existe toujours, dans l'épaisseur du chorion, une ou plusieurs petites ouvertures qu'on a désignées sous le nom de *micropyles*. Lorsqu'il n'y a qu'une ouverture, sa position est très variable ; elle est généralement placée au pôle antérieur de l'œuf ; cependant (*Acridiens*), elle peut se trouver aussi au pôle postérieur. Dans certains cas même, les micropyles (*Blatte*, *Puce*, etc.), très nombreux, sont répartis irrégulièrement — ou par groupes — sur toute la surface de l'œuf.

Fréquemment, l'orifice du micropyle est orné de papilles (*Nèpe cendrée*) ou d'appendices spéciaux ; chez les Orthoptères, les Mouches, quelques grands Névroptères, il est même protégé par une sorte de capsule gélatineuse de grandeur variable.

3° Maturation de l'œuf. — Pour que la conjugaison du spermatozoïde avec son équivalent morphologique, le pronucleus femelle, puisse produire un effet utile, autrement dit pour que la fécondation puisse avoir lieu, il faut que le volumineux noyau de la cellule-œuf (*vésicule germinative*) subisse un certain nombre de modifications. Ces modifications consistent en une série de réductions chromatiques dont les plus importantes sont, sans contredit, l'élimination successive de deux *globules polaires*.

A la suite de ces éliminations, la substance chromatique du noyau se trouve notablement diminuée ; la vésicule germinative n'est plus qu'un très petit globule, auquel on a donné le nom de *pronucleus femelle*.

C'est ce pronucleus qui est, en réalité, le noyau actif de l'œuf ; c'est lui seul qui, au moment de la fécondation, s'unira avec le spermatozoïde (*pronucleus mâle*).

En résumé, l'émission des globules polaires a lieu chez les Insectes comme chez tous les autres animaux ; seulement ici, l'épais chorion

(1) Henneguy (L. — F.). *Les Insectes* p. 294.

qui protège l'œuf empêche leur sortie au dehors ; ils restent toujours inclus dans le protoplasma.

Certains auteurs ont cru pouvoir admettre que les œufs parthénogénétiques ne donnaient naissance qu'à un seul globule polaire, mais les avis sont très partagés sur cette question ; les recherches récentes de Henkig (1892) tendent, au contraire, à prouver que tout se passe comme à l'état normal.

Segmentation de l'œuf.

A. *Segmentation superficielle ou endovitelline.* — Aussitôt après la fécondation, le noyau de l'œuf commence à se diviser ; on voit donc apparaître, au sein du vitellus, un grand nombre de noyaux plus petits qui s'entourent d'une légère couche de protoplasma : ce sont les noyaux vitellins de Bobretsky. Ces noyaux, avec le corps protoplasmique qui les entoure, sont de véritables cellules, qui continuent à se développer par division. Mais comme ces cellules, plongées à l'intérieur du vitellus, se trouvent dans de très mauvaises conditions pour respirer, elles émigrent bientôt vers la surface libre de l'œuf, et là, se disposant côte à côte, elles arrivent à former une membrane continue qui est le blastoderme (Fig. 136. bl).

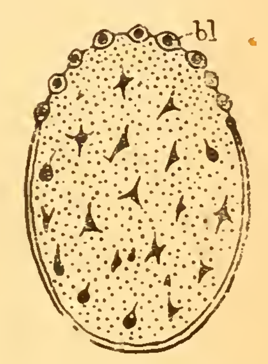


Fig. 136. — Le début de la segmentation chez *Pieris cratœgi* Lép. (d'après Bobretzky).

Lorsque cette membrane est complète, les noyaux vitellins, qui continuent à se former à l'intérieur du protoplasma, ne peuvent plus venir se placer à la surface, ils restent à l'intérieur du vitellus et forment ce qu'on a appelé les *balles vitellines* (= cellules vitellophages).

Telle est, dans ses grands traits, la marche des premiers phénomènes de la segmentation chez les Insectes ; ce mode de segmentation, superficielle en apparence, est évidemment dû à l'abondance des réserves nutritives accumulées au sein du protoplasma de l'œuf. Les modifications légères qu'on a signalées dans certains groupes, par exemple, chez les Diptères, les Coléoptères et les Lépidoptères, aboutissent quand même, par une voie moins directe, à la formation d'un blastoderme continu (Fig 137) : c'est là le fait capital qu'il faut retenir.

A ce moment, l'œuf est donc constitué par deux groupes de cellules bien distinctes : les cellules externes, formant une membrane continue à la surface, le *blastoderme*, et les *balles vitellines* internes. C'est là l'indication d'une première division du travail physiologique : les premières sont adaptées aux fonctions respiratoires ; les secondes à la nutrition.

B. *Segmentation totale.* — Il va sans dire que chez les Insectes où l'œuf est très pauvre en substances de réserves (*œufs alécithes* ou *hololécithes*), la segmentation se fait avec une plus grande régularité : elle est *totale* ou presque : tel est, par exemple, le cas d'un *Polygaster*, parasite de la Cécidomye du Saule, observé par Ganin en 1869.

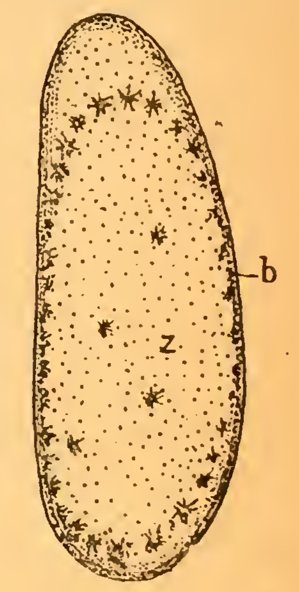


Fig. 137. — Formation du blastoderme, *b*, chez l'Hydrophile Col. (d'après HEIDER).

En résumé, suivant la quantité de réserve nutritive accumulée dans le protoplasma de l'œuf, la segmentation peut être *totale*, *inégale* ou plus ou moins *superficielle*. Le premier mode, le plus simple, et certainement le plus ancien, n'a été observé, jusqu'ici, que chez quelques Thysanoures et chez les Hyménoptères parasites ; le deuxième est celui qu'on observera probablement chez tous les autres Insectes ; comme toujours, la segmentation aboutit à la formation d'une blastula, mais ici, c'est une *blastula pleine* dont la cavité est entièrement remplie par le protoplasma vitellin ; la phase *morula* n'existe donc réellement, chez les Insectes, que là où les œufs subissent une segmentation totale (*Thysanoures* et *Hyménoptères parasites*).

LIVRE DEUXIÈME

PREMIÈRE PARTIE

Embryogénie.

CHAPITRE I

DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON

Les deux points les plus importants de l'embryogénie sont ceux qui ont trait :

1° A la formation des membranes embryonnaires.

2° A la formation du corps de l'embryon lui-même.

1° FORMATION DES MEMBRANES EMBRYONNAIRES.—Nous venons de voir que la segmentation aboutit à la formation d'un embryon tout d'abord indifférencié, dans lequel on ne peut distinguer que deux parties, une couche externe, blastoderme, puis une masse interne de granulations vitellines ; la première modification importante qui se produit est celle-ci.

A un moment donné, le blastoderme forme, à la surface de l'œuf, un épaissisement longitudinal : ce premier épaississement constitue la *zone germinative* ou *bandelette primitive.* Bientôt après, cette bandelette se déprime suivant son axe en une gouttière plus ou moins marquée ; on peut considérer la gouttière en question comme un *blastopore* allongé, et l'invagination n'est probablement elle-

même autre chose qu'un rappel de la phase Gastrula. A peu près au moment où le blastopore va se fermer, on voit apparaître le long des bords extérieurs de la bandelette primitive, deux replis allongés : ce sont les rudiments des *enveloppes embryonnaires*, si répandues et si importantes chez les Insectes.

En s'accroissant, les deux replis, dont nous venons de parler, s'avancent l'un vers l'autre ; ils empiètent de plus en plus sur la zone germinative et finissent bientôt par la recouvrir en se soudant par leur bord. La bandelette primitive se trouve alors enfermée au fond d'une cavité qui a reçu le nom de *cavité amniotique*.

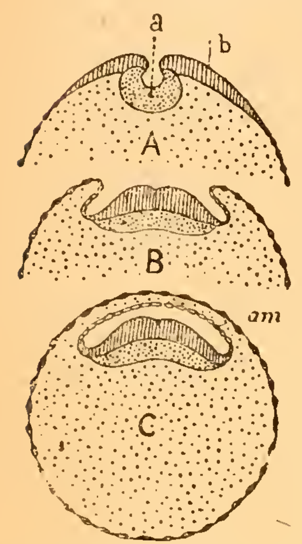


Fig. 138. — Origine des membranes embryonnaires : *A*, formation de la plaque ventrale *a* ; *B*, première apparition des replis amniotiques; *C*, amnios complet (*am*) d'après KORSCHELT et HEIDER).

La paroi qui limite cette cavité comprend deux couches de cellules : l'une interne qui se continue par son bord extérieur avec le blastoderme (Fig. 138) de la zone embryonnaire et constitue l'amnios proprement dit ; l'autre externe, se confondant sur ses bords avec le reste du blastoderme de l'œuf, et formant ainsi une membrane protectrice entourant l'œuf tout entier : c'est *l'enveloppe séreuse*.

L'amnios et l'enveloppe séreuse n'ont aucun rôle à jouer dans la formation ultérieure de l'embryon ; ce sont de simples membranes protectrices, qui disparaissent, en général, vers l'époque de l'éclosion.

Premiers linéaments de l'embryon. — En même temps que la bandelette germinative se développe, elle s'étend à la surface du vitellus ; puis, on y voit bientôt apparaître des sillons transversaux ; c'est là le début de la métamérisation ; les segments qui vont alors se former correspondront à ceux de la larve et de l'adulte. Dès l'origine, l'aspect du premier segment antérieur est tout à fait caractéristique ; il est divisé en deux larges lobes : ce sont les *lobes procéphaliques*, d'où dériveront, plus tard, les parties les plus importantes de la tête. L'invagination qui donnera naissance à la bouche et à l'intestin antérieur (*stomodeum*), celle qui donnera, de même, naisssance à l'anus et à l'intestin postérieur (*proctodeum*), se forment également, l'une à la partie antérieure, l'autre à la partie postérieure de l'épaississement embryonnaire.

2° Modifications dans la formation des membranes embryonnaires. — Maintenant que nous savons comment se forment les membranes embryonnaires, examinons les variations qu'elles présentent chez les différents Insectes. Nous allons prendre pour guide l'important travail que Graber a publié sur ce sujet en 1888, mais en le débarrassant de la plupart des termes barbares, dont le savant professeur de l'Université de Czernowitz avait cru devoir l'émailler (1).

1° *Insectes dépourvus de membrane embryonnaire.* — Tout d'abord, si nous observons la marche du développement chez les Insectes inférieurs, nous constaterons que, chez la très grande majorité des Thysanoures, il ne se forme aucune membrane embryonnaire ; l'embryon de ces Insectes est purement et simplement placé à la surface ventrale du vitellus, sans aucune enveloppe pour le protéger.

Toutefois, Uzel, en 1898, observa, chez *Lépisma saccharina*, une succession de phénomènes qu'il considère comme aboutissant à la formation d'un amnios rudimentaire.

2° *Insectes à une seule membrane embryonnaire.* — D'après Metchnikoff, l'embryon des Hyménoptères parasites (*Ptéromalides*, *Cynipides*, etc.), n'est protégé que par une seule membrane embryonnaire ; d'après ses recherches personnelles sur *Smicra clavipes*, Henneguy pense même que cette membrane ne se forme pas par le procédé habituel ; elle prendrait naissance « par simple délamination de la couche cellulaire superficielle de l'œuf segmenté ».

Il ne faut pas attacher une trop grande importance au mode irrégulier de formation de ce pseudo-amnios ; le résultat définitif, c'est-à-dire la protection de l'embryon se trouve réalisée par un procédé différent, voilà tout.

3° *Insectes entoptychiques.* — Dans les Insectes de ce groupe, auquel appartiennent les Libellulides, la plupart des Hémiptères et quelques Orthoptères, la *bandelette primitive*, formée comme de coutume à la surface de l'œuf, *s'invagine peu à peu dans l'intérieur du vitellus.* L'embryon se développe à l'intérieur de cette invagination (*embryon entoblastique*) ; il est donc très efficacement protégé et le rôle des membranes embryonnaires est, de ce fait, très effacé ; elles se forment cependant par le procédé ordinaire, mais elles suivent le mou-

(1) Graber (V.). — *Vergleichende Studien uber die Keimhüllen und die Rückenbildung der Insekten* (Denkschr-Akad. wiss. Wien. 1888).

vement de l'embryon et sont elles-mêmes entraînées à l'intérieur du vitellus (Fig. 139). Au moment de l'éclosion, les membranes se rompent au point où s'est fermé le repli amniotique, et c'est par cet orifice que le corps de l'embryon se libère petit à petit de ses enveloppes.

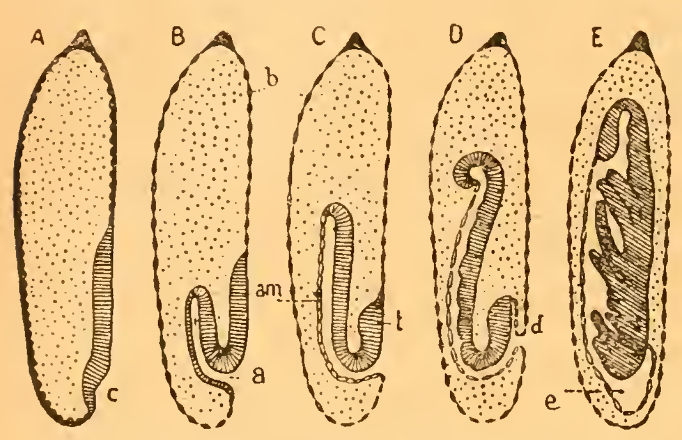


Fig. 139. — Cinq positions successives de l'embryon chez les Insectes entoblastiques (d'après Brandt).

4° *Insectes ectoptychiques.* — On réunit dans ce groupe tous les Insectes dont les embryons accomplissent leurs transformations à la surface du vitellus (*Coléoptères*, certains *Orthoptères*, *Névroptères*, *Diptères*, etc.). Ici les membranes se forment par le procédé typique le plus régulier (*embryons ectoblastiques*) (Fig. 140).

Dans la grande majorité des cas, la cavité amniotique se ferme complètement ; ce sont les Insectes *holoptychiques* de Graber (ex. : *Stenobothrus*; mais parfois aussi, cependant, les membranes embryonnaires, n'étant pas suffisamment développées, la cavité amniotique reste ouverte sur la face ventrale ; c'est le cas des Insectes *hémiptychiques* de Graber (certains Diptères : *Musca*, *Cecidomya*).

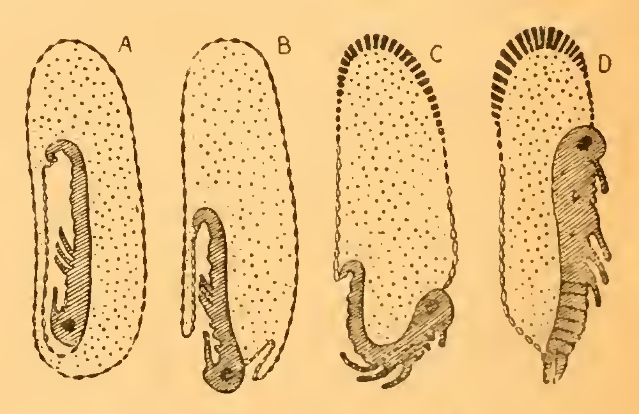


Fig. 140. — Les positions successives de l'embryon chez les Insectes ectoblastiques (d'après Ayers).

En résumé, depuis les Thysanoures, dépourvus d'enveloppes, jusqu'aux Insectes holoptychiques les plus parfaits sous ce rapport, nous voyons les membranes embryonnaires se perfectionner par une série de processus dont le but évident est de protéger l'embryon en voie de formation. Ce résultat, bien que très important, n'a cependant pas toute la valeur phylogénétique qu'on serait tenté de lui accorder, parce qu'il y a des variations très grandes, et ce, dans un même

groupe. Tout dépend, comme nous l'avons dit, de la richesse de l'œuf en réserves nutritives.

3° Origine des membranes embryonnaires. — Plusieurs hypothèses ont été émises ; toutes contiennent probablement une part de vérité, mais celle qui nous paraîtrait tenir le plus grand compte des données de la phylogénie, serait celle qui combinerait la théorie Wheeler avec celles de Ryder et de Grassi.

On sait, en effet que, chez certains Myriapodes (*Géophilus*, par exemple), la zone germinative recouvre l'œuf presque tout entier ; à mesure que l'embryon s'accroît, il éprouve, de la part de la coque rigide de l'œuf, une résistance qui l'oblige à s'invaginer dans l'intérieur du vitellus.

Si nous passons maintenant aux Insectes, par suite de la diminution du nombre des métamères (*Hémiptères*), la bandelette épaissie qui doit donner naissance à l'embryon sera beaucoup moins étendue ; il y aura donc une tendance graduelle à la dévagination ; mais, en même temps, la partie limitante du blastoderme, restée mince, et se développant plus rapidement en surface, arrivera à former un repli qui, petit à petit, recouvrira l'embryon tout entier. Les rudiments de ce repli, qu'on observe chez les Thysanoures, leur développement plus avancé, mais encore incomplet chez les Insectes hémiptychiques, (*Musca*, *Cecidomya*), nous paraissent des étapes très claires de cette évolution. Par suite, comme le fait remarquer très justement Henneguy, la formation des membranes embryonnaires résulterait donc « d'une diminution de longueur de l'embryon en passant des Myriapodes aux Insectes ». On conçoit aussi très nettement comment, à un mode de développement primitivement endoblastique, a succédé le développement ectoblastique, ainsi que tous les états intermédaires qui ont dû, rationnellement, le précéder.

CHAPITRE II

FORMATION DES FEULLETS EMBRYONNAIRES

La théorie féconde des trois feuillets blastodermiques (*ectoderme*, *mésoderme* et *endoderme*), introduite dans la science par von Baer, a eu une grande influence sur les progrès de l'embryogénie pendant trente années ; elle a conduit Hæckel à formuler sa fameuse théorie de la *gastrula*.

Mais, chez les Insectes, la présence d'un vitellus nutritif abondant amène une perturbation notable dans la marche des phénomènes ; aussi la formation des trois feuillets y est-elle plus difficile à suivre que dans la plupart des autres groupes d'animaux.

Nous ne pouvons pas entrer dans le détail de toutes les discussions qui ont eu lieu à ce sujet, et nous allons nous borner ici, en résumant les conclusions concordantes d'Heymons et de Lécaillon, à présenter la question sous une forme aussi brève et aussi élémentaire que possible.

Ectoderme. — Nous avons vu comment (p. 220) les deux premiers replis du blastoderme, en se soudant, arrivent à former la *cavité amniotique*. Aussitôt après cette soudure, la gouttière, formant le fond du repli, est reportée vers le dos par suite de l'extension des bords de la bandelette germinative ; comme cette gouttière va sans cesse en s'approfondissant, il arrive que l'embryon se trouve bientôt isolé à l'intérieur de la cavité

amniotique et recouvert par un nouveau tégument qui est l'ectoderme.

Mésoderme. — A part quelques légères variantes, la formation du mésoderme paraît se faire d'une façon très uniforme chez les Insectes. Il se produit, ainsi que l'ont indiqué Graber et Kowalewsky, par une invagination ectodermique en forme de gouttière à la surface de la bandelette primitive (p. 219) ; les bords de l'invagination, se rapprochant peu à peu, il en résulte un tube qui se sépare de l'ectoderme, s'aplatit au-dessous de lui, et, finalement, s'étale pour former le mésoderme (Fig. 141). Heymons confirma cette manière de voir dans son travail sur les Orthoptères, en ce qui concerne la *Forficule* ; Lécaillon arrive aux mêmes conclusions dans ses recherches sur l'embryogénie des Chrysomélides.

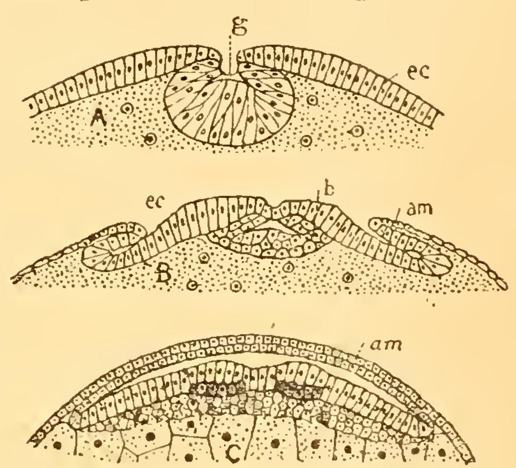


Fig. 141. — Trois stades de la formation des feuillets embryonnaires chez l'Hydrophile ; *ec*, ectoderme ; *g*, blastopore ; *am*, replis amniotiques (d'après Heider).

Endoderme. — L'ère des discussions n'est pas close, relativement au mode de formation de l'endoderme ; voici, résumé en quelques mots, ce que l'on peut dire de général sur ce sujet.

Le véritable endoderme des Insectes est représenté par les grandes cellules vitellines qui se différencient, à l'intérieur de l'œuf, après la formation du blastoderme ; mais, au lieu de prendre part, comme on aurait pu s'y attendre, à l'édification de l'intestin moyen, ces cellules (D) sont, dans la majorité des cas, détournées de leur rôle naturel ; elles doivent assimiler l'abondante réserve

nutritive de l'œuf, afin de la transmettre aux autres cellules de l'embryon (Fig. 142).

Mais alors, pendant ce temps, partent, du fond du protocdeum (*pr*) et du stomodeum (*st*), deux replis en forme de calottes, qui s'avancent l'un vers l'autre, et qui, s'insinuant entre le vitellus et le mésoderme, arrivent à former, par leur réunion, un sac clos à l'intérieur duquel le vitellus nutritif est renfermé tout entier; la cavité qui en résulte devient l'intestin moyen. Des communications s'établissent ensuite avec les extrémités de l'intestin antérieur et de l'intestin postérieur, de sorte que, vers le moment de l'éclosion, le tube digestif se trouve constitué dans toute son étendue.

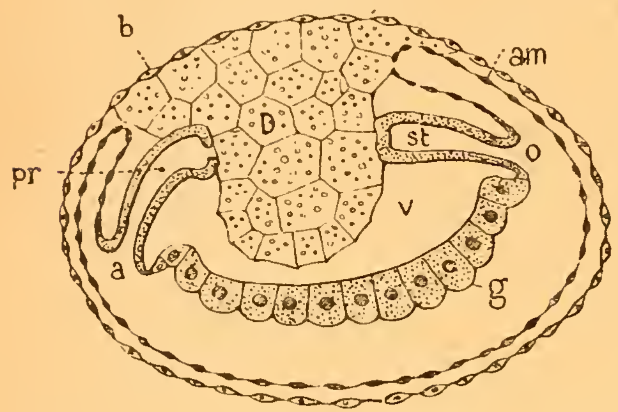


Fig. 142. — Formation de l'endoderme chez la Forficule ; *o*, blastoderme ; *am*, amnios ; *v*. sinus sanguin ventral ; *g*. ganglions nerveux (d'après F. Henneguy).

Toutefois, le mode de formation que nous venons de décrire ne s'observe pas chez tous les Insectes ; chez les Thysanoures, en effet, d'après Heymons, nous rentrons dans le cas normal, en ce sens que ce sont les grandes cellules vitellines qui donnent la paroi de l'intestin moyen. Il en est de même, paraît-il, chez les Libellulides.

En résumé, c'est donc seulement chez les Thysanoures et les Libellulides, que l'épithélium de l'intestin moyen dérive normalement de l'endoderme ; partout ailleurs, chez les Insectes, l'épithélium entier du tube digestif est d'origine ectodermique.

CHAPITRE III

DÉVELOPPEMENT POSTEMBRYONNAIRE

TECHNIQUE. — Suivre les développements de ce chapitre sur les exemples indiqués dans le texte.

1° — Les premières phases de la vie larvaire.

Tous les changements que nous avions étudiés jusqu'ici se sont produits à l'intérieur de l'œuf et ont abouti à la formation d'un embryon. Or, à l'époque de l'éclosion, lorsque l'embryon des Insectes devient libre, il est rare que son développement soit complètement terminé ; le petit être qui sort de l'œuf est, en général, un organisme incomplet, mais qui cependant doit vivre d'une vie indépendante et pourvoir lui-même aux besoins de son existence : c'est la *larve*. Pour acquérir la forme définitive de l'adulte, cette larve devra subir une série de transformations graduelles, qui constituent ce qu'on appelle les *métamorphoses* ; au cours de ces transformations, on verra apparaître un certain nombre d'organes nouveaux tandis que d'autres, devenus inutiles, disparaîtront.

Mais ce n'est pas tout ; dans la grande majorité des Insectes, la larve, avant d'arriver à l'état adulte, subit encore plusieurs mues qui lui permettent de grandir ;

puis, elle traverse un état particulier, celui de *nymphe* ou *chrysalide*, pendant lequel elle conserve une immobilité plus ou moins complète.

Les Insectes qui présentent ainsi quatre étapes successives dans le cours de leur évolution : œuf (*embryon*), larve, nymphe et adulte (*imago*), sont dits : *Insectes à métamorphoses complètes* ou *Holométaboliens* (1) ; ceux qui, au contraire, ne subissent aucune modification, et qui possèdent déjà, au sortir de l'œuf, la forme qu'ils conserveront pendant toute leur vie, sont dits : *Insectes sans métamorphoses* ou *Amétaboliens*.

Mais, entre ces deux modes extrêmes d'évolution, il existe un certain nombre d'intermédiaires que nous nous efforcerons de caractériser.

Les anciens avaient remarqué, sans aucun doute, les transformations des Insectes, et ils connaissaient bien les métamorphoses des Papillons : « *Eruca genus est quæ, rupto cortice cui includitur, fit papilio* ». (Pline. Lib. II, cap. 23) ; mais c'est à Linné que nous devons les termes employés pour désigner les différents stades de l'évolution des Insectes, depuis la sortie de l'œuf jusqu'à l'état adulte.

Cependant, toujours sous l'influence des idées de Swammerdam (p. 9) (2), Linné considérait que, sous le premier état, « la forme réelle de l'insecte est masquée, d'où le nom de *larva* (= masque); dans le deuxième état, l'insecte immobile est emprisonné dans ses téguments, comme une momie dans son maillot ; Linné appelle ce stade *pupa* (= poupée). — Mais le terme de *pupe* a été réservé depuis à certaines formes spéciales, et ce stade est

(1) Du grec : *olos* entier et *metabole* changement.

(2) Théorie de l'emboîtement des germes.

aujourd'hui désigné par le terme général de *nymphe* (1). Enfin, l'Insecte adulte était pour Linné l'*imago* (= image), attendu qu'ayant dépouillé son masque, n'étant plus déguisé, il est devenu en quelque sorte le véritable représentant « *l'image de son espèce* ».

L'un des caractères les plus remarquables de la métamorphose chez les Insectes, c'est que le passage d'un stade à l'autre se fait, en quelque sorte, brusquement et non pas graduellement, par l'apparition de parties nouvelles comme cela a lieu, par exemple, chez les Crustacés.

Ces faits avaient vivement frappé les premiers observateurs ; et, ils en étaient venus à admettre, naturellement, qu'à chaque étape de la métamorphose, l'Insecte se transformait entièrement en un animal nouveau.

Nous savions pourtant depuis longtemps qu'il n'en est rien, car Swammerdam (1738), étudiant l'évolution de la Piéride du chou, avait démontré que le Papillon était déjà tout formé sous la peau de la Chrysalide.

2° — Métamorphoses des Insectes.

Il y a, comme nous l'avons dit, des degrés dans les transformations que subissent les Insectes, ce qui justifie, dans une certaine mesure, les anciennes expressions de métamorphoses complètes et de métamorphoses incomplètes.

1° INSECTES SANS MÉTAMORPHOSES = **Amétabolie.** — Dans certains cas, l'œuf est assez riche en substances de réserves pour permettre à l'embryon d'accomplir tout son développement à son intérieur ; le jeune Insecte sort alors de l'œuf avec la forme qu'il conservera toute sa vie ; une série de mues lui permettront de grandir, et il sera adulte lorsque ses organes génitaux seront arrivés à maturité :

(1) Le nom de *Chysalide* s'emploie, de préférence, lorsqu'il s'agit de la *nymphe* des Papillons.

c'est le cas, par exemple, des Thysanoures (*Lépisme*) et des Collemboles (Fig. 143).

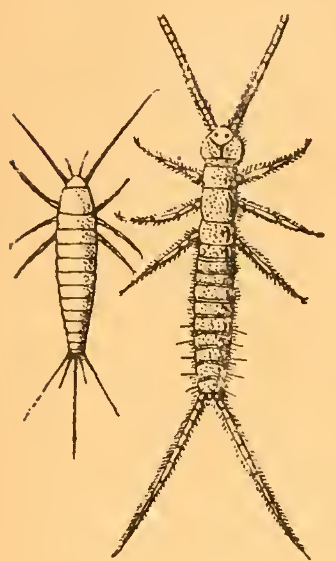


Fig. 143. — Insectes Thysanoures. A gauche un *Lépisme* ; à droite, le *Campodé*.

Il faut encore ranger dans ce groupe un certain nombre d'Insectes adaptés à la vie parasitaire, et qui, de ce fait, sans aucun doute, présentent une *ametabolie acquise :* tels sont les Poux, la Punaise des lits, les femelles aptères et parthénogénétiques des Pucerons.

2° MÉTAMORPHOSE GRADUELLE = **Paurométabolie.** — Ici encore, l'Insecte sort de l'œuf avec une forme très voisine de celle de l'adulte ; toutefois il n'a pas d'ailes, et ses organes reproducteurs sont à l'état rudimentaire. Ces organes se développent au cours des mues successives que subit la larve ; et, finalement, les ailes deviennent reconnaissables sous la peau. On donne généralement le nom de *nymphe* à cette dernière forme transitoire de l'évolution ; mais, comme le dit Henneguy, « cette pseudonymphe *ne cesse de se mouvoir et de prendre de la nourriture* ; elle a exactement le même genre de vie que la larve et que l'adulte, et ne paraît être le siège d'aucun phénomène histologique. »

On rencontre ce cas chez les Orthoptères et la plupart des Hémiptères (Fig. 144).

3° MÉTAMORPHOSE GRADUELLE A NYMPHE IMMOBILE = **Hypométabolie.** — Ce cas très remarquable d'évolution se rencontre, parmi les Hémiptères, dans la famille des Cicadidés. « Ici, la larve diffère de



Fig. 144. — Métamorphoses graduelles d'un Orthoptère (*Metanoplus fémur-rubrum*) (d'après EMERTON).

l'adulte, non seulement par l'absence des ailes, mais encore par son genre d'existence. » Elle vit sous terre, dans les galeries qu'elle creuse à l'aide de ses membres fouisseurs et se nourrit de la sève des racines. Sa croissance est tellement lente qu'aux Etats-Unis,

d'après l'intéressant rapport qu'en a donné Ch. Riley, en 1886 (1), la *Cigale septemdécennaire* et ses variétés mettent de treize à dix-sept années à se transformer en adultes, après avoir subi pour le moins vingt-cinq à trente mues; c'est l'exemple le plus long d'évolution larvaire qui ait été observé jusqu'ici chez les Insectes (2).

A la larve succède une nymphe d'abord mobile puis ensuite immobile.

« Les mâles des Coccides passent également par un stade de nymphe immobile enfermée dans un petit cocon. »

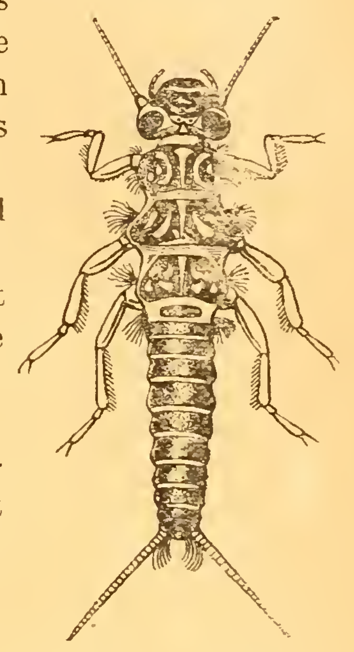


Fig. 145. — Larve de Névroptère (*Perla bipunctata*) (d'ap. MIALL).

4° MÉTAMORPHOSE INCOMPLÈTE = **Hémimétabolie.** — Chez certains Névroptères (*Odonates*, *Ephémérides*, *Perlides*), les larves sont aquatiques ; leur organisation est donc très différente de celle des adultes qui sont aériens. A la suite de nombreuses mues, au cours desquelles elles se rapprochent graduellement de la forme adulte, sans cesser toutefois d'être actives, ces larves finissent par acquérir des rudiments d'ailes : c'est pour elles la phase nymphale (Fig. 145).

Lorsqu'elles sont sur le point de se transformer, elles sortent de l'eau et s'attachent solidement par les pattes à quelque plante aquatique ; leur peau, vite desséchée à l'air, se fend bientôt sur la ligne dorsale et l'Insecte parfait sort de son fourreau.

L'adaptation à un nouveau régime exige ici de profonds changements dans l'organisation, surtout dans l'appareil locomoteur : c'est une véritable « *métamorphose fonctionnelle* ».

5° MÉTAMORPHOSE COMPLÈTE = **Holométabolie.**— Considérons l'un des cas les plus faciles à observer, celui qui nous est offert par le Papillon blanc du chou (*Pieris brassicæ*) (Fig. 146).

La femelle de ce Papillon pond, sur les feuilles du chou, de petits œufs qui donnent naissance à une *larve* éruciforme, vulgairement désignée sous le nom de *chenille*. Cette chenille grandit rapidement ;

(1) RILEY (CH.). — *The periodical Cicada* (Report of the Commission of Agriculture, Washington, 1886, p. 252.)

(2) Ce fait paraît avoir été noté pour la première fois par le professeur Kalm, élève de Linné, en 1753 (*Travels in N. A.* vol. II, p. 6).

elle subit plusieurs mues, et, au bout de dix-huit à vingt jours, se transforme en *chrysalide* (= *nymphe*) complètement immobile. Après un temps variable. qui dépend de la température, le tégument de la chrysalide se fend sur le dos, livrant passage à un Papillon complet, ayant sa forme et sa taille définitives. Le Papillon n'est plus broyeur comme l'était sa larve ; sa bouche est maintenant sur le type suceur.

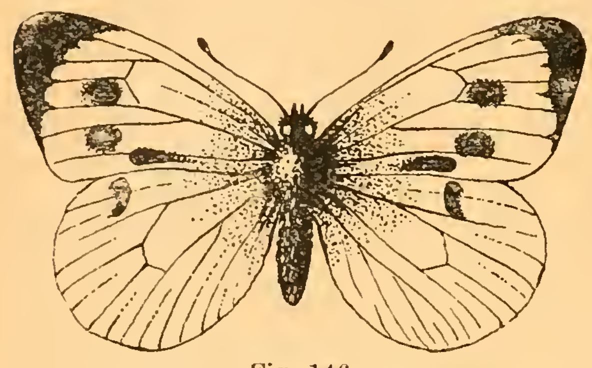


Fig. 146.
La Piéride du Chou (d'après nature).

On voit, par conséquent, que, pour arriver à sa forme définitive, le Papillon présente, l'œuf compris (*embryon*), quatre formes successives bien distinctes. L'ensemble de ces particularités, et surtout la présence de la chrysalide immobile, ne se nourrissant pas, c'est là ce qui caractérise la métamorphose dite complète (*Lépidoptères*, *Coléoptères*, *Hyménoptères*, *Diptères*, etc.).

Il convient aussi de dire que, presque toujours, la nymphe des Insectes holométaboliques est le siège de phénomènes d'histolyse et d'histogénèse très accentués.

6° **Hypermétamorphose.** — Une place à part doit être réservée aux Insectes vésicants dans le chapitre des métamorphoses. Leur développement dépasse incontestablement, en complication, tout ce que nous avons décrit jusqu'à présent ; c'est pourquoi Fabre, qui l'a découvert en 1857, l'a désigné sous le nom d'*hypermétamorphose.*

L'hypermétamorphose est surtout caractérisée par l'existence de *plusieurs formes larvaires* très différentes, avant la transformation en nymphe. Les deux dernières formes de larves sont toujours séparées par un état de *pseudonymphe* qui, d'après Künckel d'Herculais, n'est autre chose qu'une phase d'attente, un enkystement, qu'il désigne sous le nom d'*Hypnodie.*

Quoi qu'il en soit, ces remarquables adaptations des larves chez les Vésicants montrent nettement l'influence du mode de vie sur la marche de l'évolution.

En réalité, la distinction des six types de développement que nous venons d'établir n'a aucune valeur

absolue ; ce n'est là qu'un cadre, destiné à grouper provisoirement nos connaissances sur le développement postembryonnaire des Insectes. Entre ces différents types, existent de nombreuses formes de passages qui montrent que l'évolution d'un Insecte est progressive et continue ; elle commence à la segmentation de l'œuf et se poursuit avec des vitesses variables, mais sans arrêt, jusqu'à l'achèvement de l'adulte. La phase de nymphe immobile n'est elle-même qu'un arrêt apparent dans l'ontogénie.

3° — Différentes formes de larves.

Les larves des Insectes — dont la vie est, en général, très longue — ont subi, beaucoup plus que les adultes, les influences du milieu dans lequel elles ont vécu. Telles que nous les voyons aujourd'hui, ce sont des formes d'adaptation, souvent très éloignées du type ancestral qui a été, pour toutes, le point de départ commun.

A l'état parfait, les Insectes ne subissent plus aucune modification; la forme adulte nous représente donc, en définitive, pour chaque individu, le dernier degré de l'adaptation, autrement dit l'aboutissant de la phylogénie.

Il faudra dès lors, de toute nécessité, lorsqu'on voudra apprécier les relations de parenté entre les Insectes, considérer uniquement les formes larvaires *à l'origine même de leur développement libre*, c'est-à-dire avant que les agents extérieurs, la fixation, la vie aquatique ou parasitaire, n'aient modifié leur forme primitive. Sous ce rapport, en ce qui concerne les différents groupes d'Insectes, nous pouvons déjà faire d'intéressantes et utiles constatations.

Je reproduis ici, d'après Lubbock, les larves d'une Ephémère, d'un Méloë, d'un Dytique, d'un Stylops et d'un Campodé (Fig. 147), qui appartiennent à trois, sinon à quatre groupes différents. Il est facile de voir que toutes ces larves ont un facies commun, et qu'elles se rapprochent toutes, plus ou moins, de la forme adulte du Campodé. Si la ressemblance est frappante entre les larves, par contre, les différences qui existent entre les adultes sont considérables. L'aspect extérieur des formes adultes ne nous donne donc que des indica-

tions vagues sur les relations de parenté ; l'étude comparée des larves, au contraire, nous amène immédiatement à concevoir une parenté très générale, non définie, il est vrai, non démontrée, mais extrêmement probable.

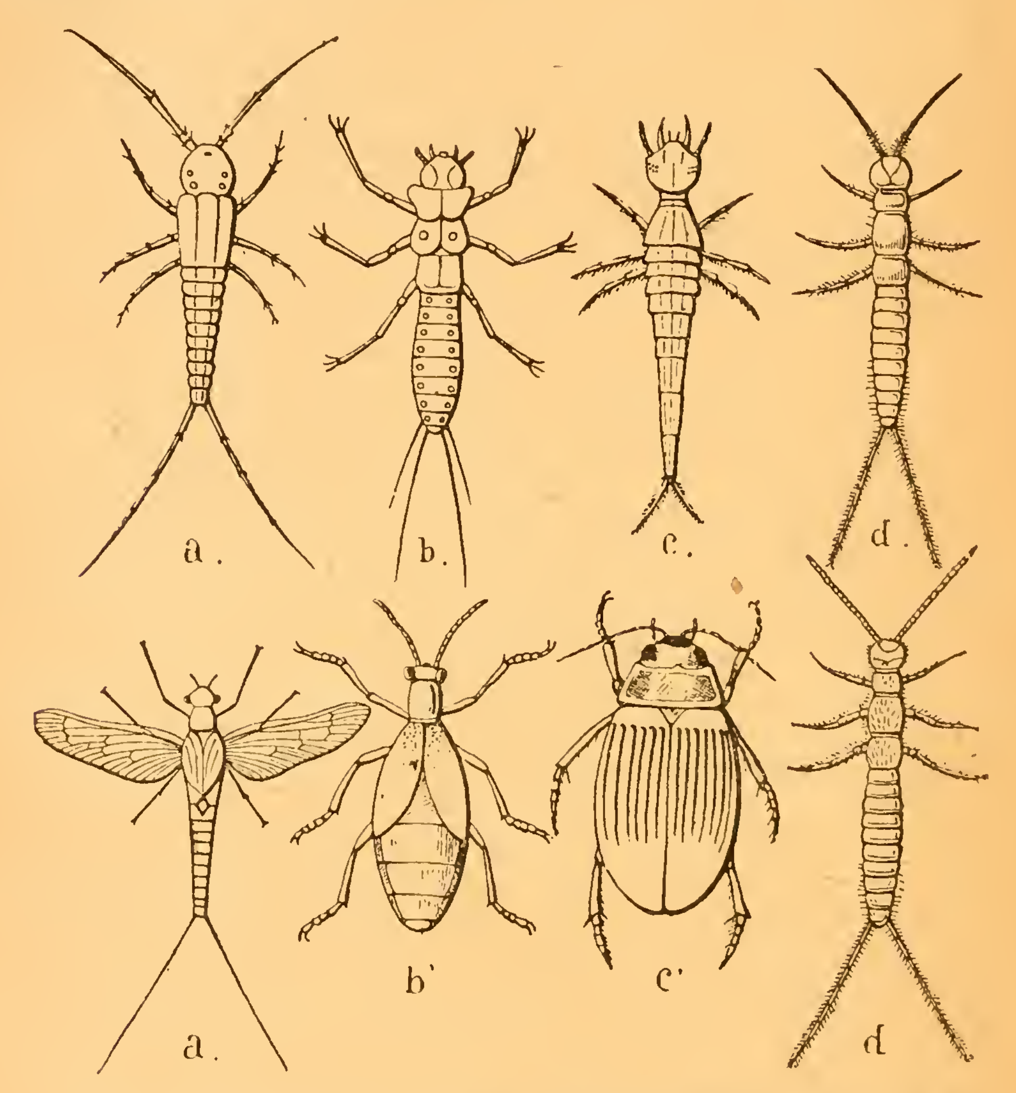


Fig. 147. — *Chloëon* : *a*, sa larve ; *a'*, insecte parfait. — *Meloë* : *b*, sa larve ; *b'* insecte parfait. — *Dytique* : *c*, sa larve ; *c'*, insecte parfait. — *Campodé* : *d'*, sa larve ; *d'*, insecte parfait (d'après J. Lubbock).

Un autre groupement de larves pourrait donner lieu aux mêmes remarques ; on verrait que, tout en s'éloignant des précédentes par un certain nombre de points, elles conservent cependant entre elles des caractères communs appréciables au premier coup d'œil.

Partant de ces principes, et conformément aux vues que Mac-Leay a appliquées, le premier, aux Coléoptères, on peut distinguer

aujourd'hui huit types principaux de larves ; ce sont les larves : *campodéiformes*, *staphyliniformes*, *élatériformes*, *éruciformes*, *scarabéiformes*, *curculioniformes*, *vermiformes* et *naupliformes*, auxquelles il convient d'ajouter le cas très remarquable et jusqu'ici unique du *Prosopistoma*.

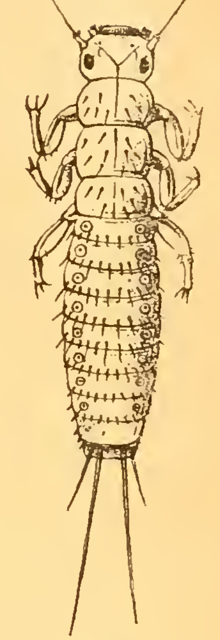
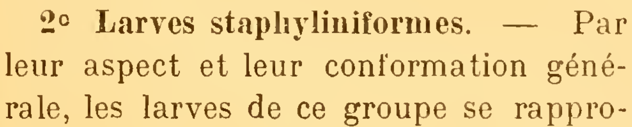


Fig. 148. — Triongulin d'un Méloë (d'après BEAUREGARD).

1° Larves campodéiformes. — Ce sont celles qui ressemblent le plus aux curieux Thysanoures habitant la vase humide et qui constituent le genre *Campodea*. Ces larves, en général pourvues de trois longues paires de pattes, se meuvent avec une grande agilité pour aller à la recherche de leur nourriture ; elles portent des antennes longues, leur bouche est conformée sur le type broyeur et leur abdomen, souvent aplati, est terminé par des filaments plus ou moins longs.

On rencontre ces larves carnassières dans des groupes très différents (*Thysanoures*, *Névroptères*, *Coléoptères*, etc.) (Fig. 148).



2° Larves staphyliniformes. — Par leur aspect et leur conformation générale, les larves de ce groupe se rapprochent plus ou moins de celles des brachélytres (*Staphylins*). Leur tête porte des antennes courtes, mais leur bouche est armée de fortes mâchoires ; les pattes, moins longues que dans le groupe précédent, leur permettent cependant de se mouvoir activement ; le dernier segment du corps est quelquefois terminé par deux petits appendices droits ou recourbés (Fig. 149).

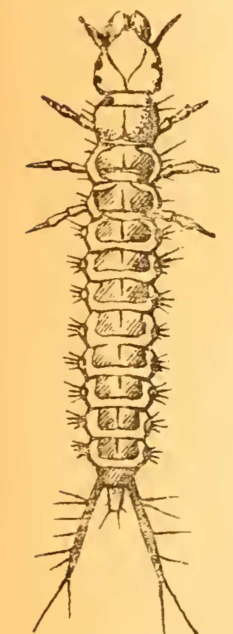


Fig. 149. — Larve d'un Coléoptère. *Notiophilus biguttatus* (d'après SCHIODTE).

3° Larves élatériformes. — Ces larves possèdent trois paires de pattes thoraciques qui leur permettent encore de se déplacer avec une certaine activité ; leurs antennes sont très courtes ; l'abdomen ne porte jamais de fausses-pattes, et il n'est jamais non plus terminé par des appendices analogues à ceux qu'on observe dans les groupes précédents (Fig. 150).

4° Larves éruciformes. — Du mot latin *eruca*, chenille ; les larves de ce groupe ont le corps mou, sensiblement cylindrique ; bien que leur régime soit généralement végétarien,

les pièces de la bouche sont cependant conformées pour broyer les aliments ; leurs antennes sont extrêmement courtes. Toutefois, leur caractère essentiel est la présence d'appendices locomoteurs (*fausses-pattes*) en forme de mamelons articulés sur quelques-uns des segments de la partie postérieure de l'abdomen (Fig. 151).

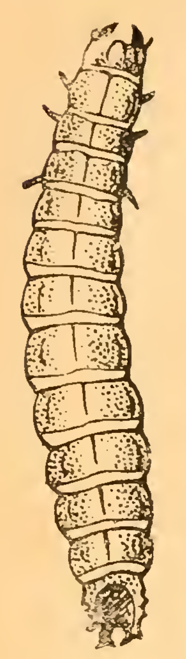


Fig. 150. Larve d'un Coléoptère (*Elatéride*) (d'après SCHIODTE).



Fig. 151. — Larve (*Chenille*) d'un Lépidoptère (d'après nature).

Chez les larves éruciformes des Lépidoptères, auxquelles on réserve précisément le nom de chenilles, le nombre des fausses-pattes abdominales varie de 4 (*Géométrides*) à 10 (*Sésies*) (1), et il y a six ocelles de chaque côté de la tête. Tandis que, dans les fausses-chenilles des Tenthrèdes (*Hyménoptères*), le nombre des pattes abdominales est toujours de 14 ou de 16, et il n'y a qu'un seul ocelle de chaque côté de la tête.



Fig. 152. Larve du Hanneton (151).

5° **Larves scarabéiformes.** — Comme type de ce groupe, on peut prendre la larve du Hanneton (*Ver blanc*) ; le corps est mou, cylindrique ; il existe trois paires de pattes thoraciques, mais si courtes qu'elles servent à peine aux déplacements de l'animal. Toutes ces larves sont phytophages et leur bouche est constituée pour broyer les aliments.

La plupart de ces larves ont le corps courbé en arc ; il en résulte que, lorsqu'elles sont extraites du milieu où elles vivent, elles ne peuvent se tenir en équilibre sinon sur le côté du corps (ex. : *Lamellicornes*) (Fig. 152).

(1) Ce nombre n'est que très rarement supérieur à dix. Packard a cependant décrit une Chenille de *Bombycide*, où le nombre des fausses pattes est de 14 (sept paires) ; c'est, il me semble, le seul exemple connu.

6° **Larves curculioniformes.** — Nous trouvons, dans ce groupe, les mêmes caractères généraux que dans les larves *scarabéiformes* ; mais ici, les pattes sont complètement atrophiées. Ces larves, qui vivent presque constamment en parasites, à l'intérieur des tissus des végétaux, ne peuvent se déplacer que par la contraction de leur corps (Ex. : *Curculionides* (1), *Hyménoptères porte-aiguillon*). La tête est toujours distincte (Fig. 153).

7° **Larves vermiformes.** — Les larves de ce groupe sont caractérisées par l'absence complète de pattes et d'organes visuels ; le corps, ovoïde ou allongé, est très variable dans sa forme, mais *la tête n'est plus distincte.* L'appareil buccal, cela va sans dire, est également très peu visible ; il est réduit à deux crochets chitineux qui servent à dilacérer les substances alimentaires (ex. : *Mouches*) (Fig. 154) (2).



Fig. 153. Fig. 154.
Larves d'un Curculionide (153); d'une mouche (154).

Chez quelques Syrphides, on peut trouver, sur les segments abdominaux, de petits appareils de fixation comparables aux fausses-pattes des chenilles.

8° **Larves naupliformes.** — Ce nom peut s'appliquer aux larves de certains petits Hyménoptères (*Platygaster*) vivant en parasites dans les larves des Cécidomyes et décrites par Ganin en 1869 (3).

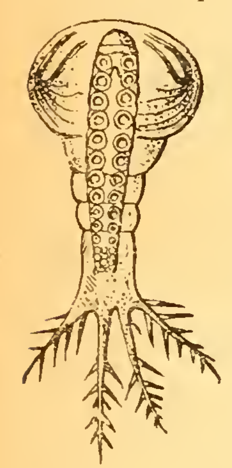


Fig. 155. — Larve naupliforme du *Platygaster* (d'ap. Ganin)

La partie antérieure du corps de ces larves est formée d'un large bouclier portant de courtes antennes (Fig. 155). L'abdomen, tout d'abord formé de cinq segments, se termine par plusieurs filaments ciliés. Vivant en parasites dans un milieu très riche en substances nutritives, ces larves ne tardent pas à perdre leurs appendices locomoteurs ; leur corps devient ovale, en même temps que la métamérisation s'efface ;

(1) Il y a cependant quelques larves de Curculionides (*Pissodes*, *Hylobius*) qui possèdent des pattes rudimentaires.

(2) On les désigne encore sous le nom de larves *helminthoïdes*.

(3) Ganin, leur trouvant une certaine ressemblance avec un petit crustacé très commun dans les eaux douces, le *Cyclops*, les désignait sous le nom de *larves cyclopéennes*. Tous les naturalistes comprendront pourquoi nous préférons l'épithète de *naupliforme*.

finalement, une dernière mue les amène à prendre l'aspect *curculioniforme* des Hyménoptères aculéates.

Nous retrouvons là la particularité essentielle de l'hypermétamorphose, car on peut admettre que la larve cyclopéenne du Platygaster est l'homologue du triongulin des Vésicants.

9° Larve du Prosopistoma. — Enfin, nous ne devons pas clore l'étude systématique des larves d'Insectes, sans au moins mentionner la très curieuse larve du *Binocle à queue*, découverte, en 1768, par Geoffroy, dans une mare des environs de Paris.

Ce curieux animal, considéré pendant longtemps comme un Crustacé, est, en réalité, une larve de Névroptère de la famille des Ephémérides (Fig. 156).

Fig. 156.— Larve du *Prosopistoma* (d'ap. Vayssière)

Néoténie. — La néoténie est la persistance des caractères larvaires chez un adulte ; ex. : femelles des *Lampyrides*, des *Drilides*, etc.

Tels sont les différents groupes de larves que l'on peut établir chez les Insectes. Laquelle, maintenant, parmi toutes ces formes, doit-on considérer comme la plus ancienne ? Quelle est celle qui, en d'autres termes, représente le plus fidèlement le type ancestral ?

Je sais bien que les formes larvaires éruciformes et helminthoïdes avaient d'abord induit en erreur un certain nombre de naturalistes, qui avaient cru voir, dans ces types d'adaptation, le rappel d'une lointaine parenté avec les Annélides. L'idée pouvait séduire, mais ce n'est qu'une apparence ; c'est bien, en réalité, la larve hexapode et campodéiforme qui représente le type normal et primitif, tandis que toutes les autres larves, plus ou moins érucoïdes, n'en sont que des modifications dues au parasitisme (1).

Donc, sans aucun doute, les Campodés de la famille des Thysanoures sont, dans la nature actuelle, les animaux qui ont conservé le plus fidèlement les caractères du type ancestral commun à tous les Hexapodes.

Ces généralités étant établies, nous pouvons maintenant passer à l'étude morphologique des larves.

(1) Je prends ce terme dans l'une de ses acceptations restreintes, car tous les animaux, sans exception, sont plus ou moins parasites.

DEUXIÈME PARTIE

Biologie générale des larves.

CHAPITRE IV

MORPHOLOGIE EXTERNE DES LARVES

TECHNIQUE. — Pour tout ce qui concerne la morphologie extérieure et l'anatomie des larves, on peut prendre la *Chenille du Ver à soie* ou la larve du Hanneton (*Ver blanc*), ainsi que les exemples spéciaux indiqués dans le texte.

Les détails dans lesquels nous sommes entrés à propos des Insectes parfaits, vont nous permettre d'être plus bref en ce qui concerne la morphologie générale des larves ; leur structure est d'ailleurs toujours beaucoup plus simple que celle des adultes.

1° Téguments et exosquelette. — La différenciation des trois régions du corps étant peu accentuée chez les larves, le squelette externe de ces dernières est toujours beaucoup plus simple que celui des adultes. Les sclérites des différentes parties du corps sont presque semblables, et seule souvent, la présence des pattes, permet de reconnaître les trois segments du thorax ; cette possibilité, cela se conçoit, s'efface même chez les larves apodes.

Il convient cependant de noter ici une particularité curieuse qu'on peut observer dans quelques rares familles d'Insectes. Sur les

larves des Lampyres, par exemple, chacune des plaques chitineuses qui correspondent au mésothorax et au métathorax, recouvre deux métamères et cette particularité, moins accentuée toutefois, s'étend même à tous les segments abdominaux (Fig. 157). Cette disposition, comme le fait remarquer Henneguy, est intéressante à un double point de vue : « parce qu'elle permet d'établir la parenté des Insectes avec les Myriapodes et parce qu'elle explique la situation intersegmentaire des stigmates. »



Fig. 157. — Larve d'un Lampyre vue de côté (d'après Kolbe).

On retrouve des traces d'une disposition semblable chez d'autres larves de Coléoptères et chez les Névroptères, tout au moins dans le genre *Raphidia*.

La couche de chitine qui revêt le corps des larves est toujours moins épaisse que chez l'adulte ; cependant, les larves libres et actives sont, à cet égard, beaucoup mieux protégées que les larves apodes et immobiles.

La coloration des téguments est également très variable ; les larves qui vivent à la lumière sont toujours très colorées (*chenilles*), tandis que celles qui vivent dans le sol, ou à l'intérieur des tissus des végétaux, sont blanches ou jaunâtres.

Les téguments des larves libres sont aussi fréquemment protégées par des poils ; ex. : Coléoptères, *Dermestes*, *Anthrenus* ; Lépidoptères, *Lasiocampa potatoria*, *Bombyx rubi*, etc., etc. Les poils de beaucoup de chenilles sont même quelquefois en rapport avec des appareils venimeux et possèdent des propriétés urticantes ; ce sont alors des organes de défense (ex. : *Cnethocampa pityocampa*, processionnaires du Pin.)

Enfin, dans l'épaisseur de la peau des larves, peuvent exister des glandes cutanées, absolument semblables à celles des adultes et jouant le même rôle (ex. : *Chrysomélides*).

2° **La tête et ses appendices.** — La tête est la région du corps la mieux différenciée ; cependant, chez les Diptères, la plupart des larves n'ont pas de tête distincte ; le premier segment du corps est une sorte de capsule mandibulaire ou *pseudocéphalon*, renfermant seulement le pharynx et les muscles des crochets masticateurs.

Par ailleurs la tête porte les mêmes appendices que chez l'adulte.

Antennes. — Les antennes sont bien développées dans les larves à métamorphoses graduelles, mais toujours très courtes ; chez les

Ephémérides seuls, les antennes de la larve sont plus longues que celles de l'adulte.

Un peu en avant des antennes on observe, chez certains Diptères aquatiques du groupe des Bibionides (Fig. 158) (*Simulium*), des appendices longuement ciliés qui jouent un rôle important dans la nutrition. Par leurs mouvements continuels et rapides, les cils déterminent, dans l'eau, un courant qui amène vers la bouche les particules alimentaires dont la larve se nourrit. Des organes semblables s'observent, de même, chez les larves des Cousins.

Ocelles. — L'appareil visuel des larves est toujours très simple chez les Insectes ; dans la grande majorité des cas, il n'existe que des ocelles, en nombre variable et disposés symétriquement sur les côtés de la tête (*Byrrhides*) ; dans la seule famille des Névroptères on trouve des larves pourvues d'yeux composés (*Libellulides*).

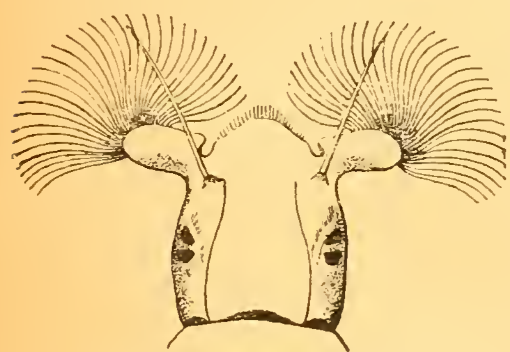


Fig. 158. — Houppes céphaliques de la larve des Simulies (d'après Miall).

Par contre, la plupart des larves vivant à l'abri de la lumière dans la terre, dans le bois, dans les tissus des végétaux, sont aveugles ou simplement pourvues d'organes visuels très rudimentaires (*Vers blancs ; larves des Hyménoptères, des Diptères*, etc.)

Pièces buccales. — Presque partout chez les larves, la bouche est constituée sur le type broyeur et elle renferme, cela va sans dire, les mêmes pièces que chez l'adulte ; il n'y a guère d'exceptions que pour les larves très dégradées de certains Diptères (*Musca*), où l'appareil masticateur n'est plus représenté que par deux crochets rudimentaires.

Toutefois, chez d'autres Insectes, les pièces buccales de la larve présentent de très curieuses adaptations, elles peuvent devenir de véritables appareils de succion, de préhension sans que pour cela le plan général du type broyeur soit effacé. On peut observer des modifications de ce genre, parmi les Coléoptères, chez les *Dysticides* ; parmi les Névroptères chez les *Myrméléonides*, les *Hémérobides* et les *Libellulides*.

Ainsi par exemple, chez les Dytiscides, les longues mandibules en forme de crochet des larves sont percées d'un trou à leur extre-

mité libre et creusées intérieurement d'un canal qui communique avec l'intérieur de la bouche.

Ces larves peuvent ainsi sucer le sang de leurs victimes, lorsqu'elles les ont saisies avec leurs mandibules.

Chez les larves des Libellules, la partie supérieure de la bouche (*mandibules* et *mâchoires*) ne présente rien de particulier ; mais la lèvre inférieure s'allonge en un appareil articulé, qui, au repos, vient s'appliquer sous la tête qu'il cache en grande partie ; d'où le nom de *masque* donné par Réaumur à cet appareil. « Lorsqu'une proie passe à portée de la larve, celle-ci projette brusquement son masque en avant et s'empare de sa victime, à l'aide des crochets qui le terminent. »

Dans le but de résumer ces différentes modifications, Brauer a divisé les Insectes en trois groupes, suivant la manière dont l'appareil buccal est constitué successivement, chez la larve et chez l'adulte :

1° *Insectes ménorhynques.* — Appareil buccal toujours constitué sur le type suceur, aussi bien chez la larve que chez l'adulte (*Hémiptères*).

2° *Insectes ménognathes.* — Appareil buccal broyeur chez la larve et chez l'adulte (*Névroptères*, *Orthoptères*, *Coléoptères*, etc.).

3° *Insectes métagnathes.* — Appareil broyeur chez la larve, mais suceur ou lécheur chez l'adulte (*Diptères*, *Lépidoptères*, *Hyménoptères*).

II. Morphologie interne des larves.

1° Tube digestif et glandes annexes. — Dans son ensemble, le tube digestif des larves est constitué comme celui des adultes, mais il est plus court et presque toujours rectiligne, sauf chez les Diptères, où il présente quelques circonvolutions. On y distingue les mêmes régions que chez l'adulte ; mais, le fait le plus caractéristique à signaler est l'absence de communication entre l'intestin moyen et l'intestin postérieur chez un certain nombre d'Insectes (*Abeilles*, *Guêpes*, *Fourmilion*). Les aliments, toujours liquides, absorbés par ces larves, s'accumulent dans l'intestin moyen, et les parties non digérées sont rejetées plus tard par la voie buccale, quelques temps avant la nymphose.

TUBES DE MALPIGHI. — Toujours plus courts et moins nombreux

que chez l'adulte. On en trouve quatre seulement dans les larves des Abeilles, alors qu'ils sont en très grand nombre chez l'adulte.

Chez les Orthoptères (*Blattes*, *Grillons*) le nombre des tubes de Malpighi augmente avec l'âge.

2° Appareil circulatoire et tissus adipeux. — La disposition générale de l'appareil circulatoire est la même chez la larve et chez l'adulte.

Le tissu adipeux est toujours très développé chez les larves, c'est à lui que la plupart d'entre elles doivent leur coloration jaunâtre.

3° Appareil respiratoire. — Le système trachéen des larves est constitué, dans son ensemble, comme celui des adultes, mais il présente cependant un certain nombre de variations dues au régime et au mode de vie.

La forme de ces expansions externes est extrêmement variable suivant les groupes d'Insectes que l'on considère (Fig. 159).

C'est toujours pour obéir à la même nécessité, augmentation de la surface respiratoire, que les tubes s'allongent, se ramifient, s'aplatissent et se transforment en lames, ainsi qu'on l'observe chez les Gyrinides, les Phryganides, les Ephémérides, les Perlides, etc.

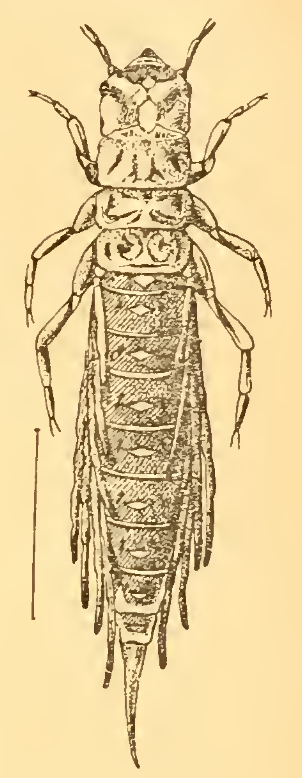


Fig. 159. — Larve du *Sialis lutarius* Névroptère (d'après MIALL).

Tous ces appareils, si divers en apparence, ne sont donc, en définitive, que des adaptations d'un seul et même organe.

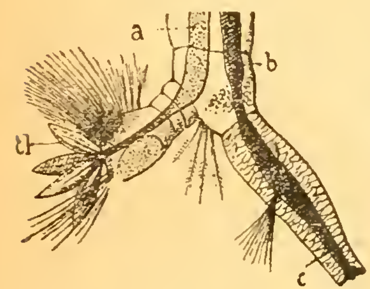


Fig. 160. Région postérieure du corps de la larve du Cousin, Dipt. *a*, tube digestif ; *tl*, branchies lamelleuses ; *b,c*, tube trachéen abdominal (d'après RASCHKE).

Schiner et Palmen ont défini, par ailleurs, cinq types principaux de larves en se basant sur la distribution relative des ouvertures stigmatiques.

1° Les larves à système trachéen *holopneustique*, qui se rencontrent surtout chez les Insectes aériens à métamorphoses graduelles (*Orthoptères*, *Hémiptères*), sont celles qui portent des ouvertures stigmatiques ouvertes sur tous les segments du corps, à l'exception bien entendu de la tête et du prothorax.

2° Les larves à système *péripneustique* se rencontrent plus souvent

parmi les Insectes à métamorphoses complètes. Ici, en effet, les stigmates situés sur le méso et sur le métathorax sont fermés ; seuls les stigmates abdominaux sont ouverts. Il existe bien une paire d'ouvertures stigmatiques sur le prothorax, mais ces ouvertures ne persistent pas chez l'adulte.

3° Les larves *métapneustiques* se rencontrent chez la plupart des Insectes aquatiques. Ces larves, dépourvues de branchies et devant respirer l'air en nature, ne possèdent de stigmates qu'à la partie postérieure de leur corps. Il existe alors fréquemment une disposition qui permet à la larve de rester suspendue la tête en bas à la surface de l'eau (Fig. 160) (*Cousin*, *Stratiomys*).

4° Les larves *amphipneustiques* ; ce nom s'applique à quelques larves parasites, telles que celles des Œstrides, des Mouches, qui ne possèdent que deux paires d'ouvertures stigmatiques, l'une placée à la partie antérieure du corps, l'autre à la partie postérieure (Fig. 161).

Fig. 161. — Larve de la Mouche commune, distribution des trachées (d'après Lang).

5° Les larves *apneustiques*. — Enfin, il existe un certain nombre de larves qui ne peuvent plus respirer l'air en nature ; elles doivent emprunter l'oxygène dont elles ont besoin à l'air dissous dans l'eau. Ces larves, cela se conçoit, sont privées de stigmates, et leur système trachéen, complètement clos, ne s'ouvre jamais au dehors (Fig. 162). La respiration, dans ce cas, est purement cutanée (*Chironomus*, *Simulium*).

Branchies rectales des Libellulides. — Chez les larves des Libellules, la disposition de l'appareil respiratoire est des plus curieuses qu'on puisse imaginer. On ne voit pas de branchies latérales externes lamelleuses ou buissonnantes, comme dans la plupart des autres larves aquatiques ; ici, les branchies sont fixées à l'intérieur de la partie terminale du tube digestif (*rectum*) ; elles sont donc complètement cachées. Ces branchies, en forme de lamelles, sont disposées sur six bourrelets longitudinaux et leur nombre peut dépasser 24.000. (Voir, pour plus de détails, le volume de l'E. S. consacré aux Névroptères).



Fig. 162. — Larves de *Simulium* Dipt. fixées sur une pierre (d'après Miall).

CHAPITRE V

FONCTIONS DE RELATIONS

TECHNIQUE. — Ver blanc ou Chenille du Ver à soie.

1° **L'appareil musculaire de la larve** est toujours plus simple que chez l'adulte et la disposition métamérique plus clairement conservée.

2° **Système nerveux et organes des sens.** — Plus nettement encore que chez l'adulte, le système nerveux des larves conserve le plan primitif des Arthropodes, il est dilaté. Il existe toujours une paire de ganglions nerveux par segment ; mais, le plus souvent, pendant la nymphose, il se produit une concentration générale de la chaîne ganglionnaire dans le sens longitudinal, de sorte que, sauf quelques rares exceptions, la chaîne nerveuse de l'adulte est toujours plus courte que celle de la larve.

Henneguy, en comparant l'appareil nerveux des larves à celui des adultes, a montré qu'on pouvait distinguer cinq combinaisons différentes (1).

1° *Insectes isoneures.*— Le système nerveux ne subit pas de contraction longitudinale pendant la nymphose ; il est le même chez la larve et chez l'adulte, sauf quelquefois un léger rapprochement des gan-

(1) Nous donnons ces groupements uniquement à titre documentaire, car ils n'ont pas la moindre valeur au point de vue systématique.

glions dans la région thoracique. Le long de la chaîne ventrale, les deux ganglions de chaque anneau se rapprochent l'un de l'autre et peuvent même se fusionner en une seule masse sur la ligne médiane du corps. Ce cas s'observe chez certains Coléoptères (*Timarcha tenebricosa*) et chez certains Diptères.

2° *Insectes hétéroneures*, — Le système nerveux reste dilaté chez la larve ; mais il se concentre de plus en plus chez l'adulte (*Abeilles Chrysomélides*).

3° *Insectes centroneures*. — Le système nerveux est concentré de la même manière chez la larve et chez l'adulte, ex. : *Diptères*.

4° *Insectes dicentroneures*. — Le système nerveux est concentré dans les deux cas, mais plus chez la larve que chez l'adulte (*larves éruciformes* et *curculioniformes*). Ainsi, dans le Ver blanc, les dix ganglions de la chaîne ventrale sont réunis en une seule masse en arrière du cerveau.

5° *Insectes inversoneures*. — Le système nerveux est concentré chez la larve et dilaté chez l'adulte (*Fourmilion*).

Toutes ces modifications, on le devine aisément, sont en rapport avec le degré d'activité de la larve et le mode d'adaptation qu'elle a subi.

Cerveau. — Bien qu'il soit généralement plus simple, on retrouve cependant, dans le cerveau des larves, les mêmes parties fondamentales que chez l'adulte.

Les parties centrales du système nerveux se forment de très bonne heure et sont d'origine exclusivement ectodermique. On voit se produire, sur la face ventrale de l'embryon, à droite et gauche de la ligne médiane, deux épaississements indépendants (*plaque nerveuse*) qui s'étendent depuis la partie postérieure du corps jusque dans les lobes céphaliques, où ils présentent un renflement marqué. Ce renflement est le *lobe procéphalique* ; c'est lui qui, par ces modifications successives, donnera toute la partie du système nerveux renfermée dans la tête (Fig. 163).

D'après Viallanes, les cellules de la *plaque nerveuse*

se divisent en deux et on a ainsi, par une sorte de clivage, une couche externe de *dermatoblastes* et une couche interne de *ganglioblastes* (Wheeler). La couche dermatogène superficielle restera l'ectoderme de l'embryon ; quant à la couche gangliogène, elle produira les cellules nerveuses proprement dites, qui s'organiseront pour former les ganglions.

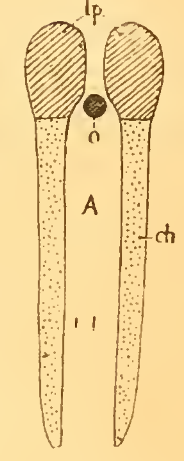


Fig. 163. —Lobes procéphaliques (*lp*) et les deux moitiés de la chaîne ventrale. *o.* bouche.

Développement des ganglions cérébroïdes. — Au début, les deux *lobes procéphaliques* (*lp*) sont complètement indépendants ; ils sont placés un peu en avant de chaque côté de la bouche. Bientôt, chacun des lobes procéphaliques se recourbe vers le dehors, et se divise en trois renflements, séparés par des étranglements (Fig. 164, B).

D'après leur position ces trois renflements ont reçu les noms de deuxième ou troisième *lobe protocérébral;* le troisième se continue avec la plaque nerveuse qui, à cette époque du développement,

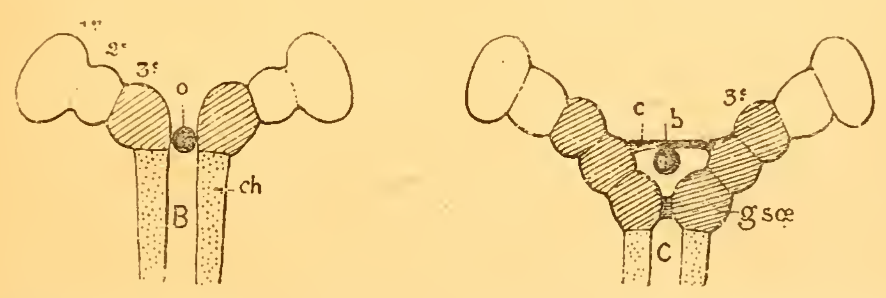


Fig. 164. — Evolution des trois lobes protocérébraux 1er, 2e et 3e lobes protocérébraux ; *o*, *b*, bouche ; *ch*, chaîne ventrale ; *gsœ*, ganglions cérébroïdes ; *c*, commissure supra-buccale

ne présente encore aucune trace de segmentation (Fig. 164, B).

Un peu plus tard le troisième renflement se divise à son tour, il donne : le *troisième* lobe protocérébral pro-

prement dit, le *deutocérébron* et le *tritocérébron* (Fig. 164, C). Nous avons donc, en définitive, cinq paires de renflements nerveux successifs issus du lobe *procéphalique.*

Examinons le sort ultérieur de ces divers renflements (1).

Le 1er lobe protocérébral subit une délamination superficielle qui le divise en deux couches : la couche externe, *plaque optique* de Patten, donnera l'œil composé; la couche interne, neuroblastique, donnera naissance aux *fibres postrétiniennes.*

Le 2e lobe protocérébral servira à constituer le nerf optique et la masse médullaire qui s'y rattache.

Le 3e lobe protocérébral, le deutocérébron et le tritocérébron qui le suivent, ne subiront presque aucune modification ; c'est leur ensemble qui constitue les trois paires de ganglions que l'on décrit sous le nom de *ganglions cérébroïdes* ou *sus-œsophagiens.*

NERFS. — D'après Henneguy, les nerfs naissent des ganglions et ils se développent, « du centre à la périphérie, sous forme de bourgeons de fibrilles qui s'allongent et se dirigent vers les parties où ils doivent se terminer ». (*Les Insectes, loc. cit.* p. 369).

ORGANES DES SENS. — Les organes des sens sont très peu connus chez les larves ; leur développement—principalement celui de l'appareil de la vision — n'a été étudié que dans quelques cas particuliers, par Grenacher et Patten pour les ocelles des Coléoptères (1887) ; et plus récemment, par Redikorgew (1900) pour ceux des Hyménoptères.

(1) L'ensemble des trois lobes protocérébraux constitue pour Viallanes la région qu'il désigne sous le nom de *protocérébron.*

CHAPITRE VI

FONCTIONS DE REPRODUCTION

1° Organes génitaux. — Les ébauches génitales des larves n'atteignent leur développement complet que pendant la période nymphale ; la seule remarque qu'on puisse faire c'est que, en général, chez les Insectes à métamorphoses complètes, l'évolution de la glande femelle est un peu en retard sur celle de la glande mâle.

On sait, depuis les travaux de Weismann (1863), que l'apparition des glandes sexuelles est très précoce ; elles apparaissent, tout à fait au début de la période embryonnaire, sous forme de deux groupes de cellules placés au pôle postérieur de l'œuf, et qui sont, d'après Lécaillon, d'origine blastodermique.

Plus tard, au moment où se forme l'invagination qui donne naissance à l'intestin terminal (*proctodeum*), ces deux groupes de cellules sont séparés et refoulés latéralement. Par suite de ce refoulement, elles pénètrent entre les « lames mésodermiques de chaque segment abdominal », ce qui explique la disposition métamérique qu'elles présentent pendant un certain temps et qu'elles conservent même pendant toute la vie chez les Insectes inférieurs (*Thysanoures*).

Chez les Insectes plus élevés, les cavités cœlomiques des segments successifs se fusionnent ; il en résulte que

les cellules génitales se trouvent renfermées dans deux cordons, d'origine mésodermique, situés de chaque côté du corps, l'un à droite, l'autre à gauche du tube intestinal. Mais, les cellules ne persistent dans ces tubes que du troisième au septième segment; toute la région du tube située en avant du troisième segment s'amincira et, chez les femelles, deviendra le tube de Muller ; en même temps, la partie située en arrière du septième s'organisera pour devenir l'oviducte (Fig. 165).

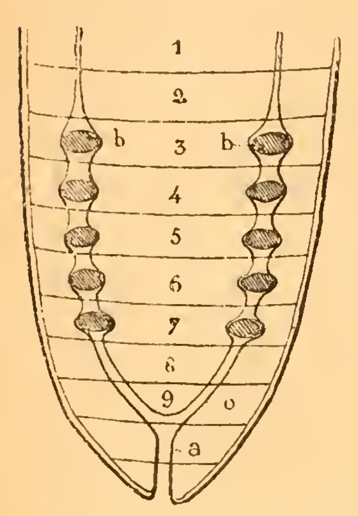


Fig. 165. — Origine métamérique des organes reproducteurs : *a*, canal ovarien ; *b*, îlots de cellules génitales ; *o*, oviductes ; 1-9 segments abdominaux.

La marche des phénomènes qui aboutissent à la formation des glandes génitales est à peu près la même chez tous les Insectes, les seules variations notables qui peuvent se produire portent, semble-t-il, sur l'apparition plus ou moins précoce des initiales au pôle postérieur de l'œuf.

En même temps que les conduits génitaux apparaissent, comme nous venons de le voir, sous forme de deux cordons pleins, d'origine mésodermique et placés de chaque côté du tube digestif, deux invaginations ectodermiques, partant de l'extérieur, vont à la rencontre de ces conduits ; c'est là, suivant les cas, l'origine du *canal éjaculateur* chez les mâles, ou du *vagin* chez la femelle. Sauf chez les Ephémérides, où elles restent séparées pendant toute la vie, ces deux invaginations se réunissent toujours sur la ligne médiane du corps en un conduit commun.

CHAPITRE VII

BIOLOGIE DES LARVES

Maintenant que nous connaissons les particularités les plus intéressantes de la structure des larves, étudions quelques-uns des points les plus importants de leur évolution biologique.

Éclosion. — Les conditions dans lesquelles se fait l'éclosion, ont été observées dans presque tous les groupes d'Insectes, mais le nombre des faits connus est encore trop petit pour qu'on puisse formuler les lois qui régissent cet acte important, s'il en existe.

On peut considérer cinq cas particuliers principaux.

1° Lorsqu'il s'agit d'œufs présentant un chorion épais, une partie de cette membrane présente, généralement, une zone de moindre résistance, différente du reste de l'enveloppe par sa structure. Une partie de l'œuf se détache alors sous forme d'une calotte, et la jeune larve sort par l'orifice ainsi produit.

Ce cas s'observe chez beaucoup de Lépidoptères, chez un certain nombre d'Hémiptères (*Pentatome*) et, parmi les Orthoptères, chez quelques Phasmides (*Phyllies*).

2° Quelquefois, le chorion est uniforme dans toute son étendue, et il n'existe pas de zone de moindre résistance ; dans ce cas, que l'on peut, par exemple, obser-

ver chez le Ver à soie, la jeune larve s'ouvre un passage en rongeant, avec ses pièces buccales, la partie de l'enveloppe la plus voisine de sa tête.

3° Par extraordinaire, lorsque le chorion de l'œuf est peu résistant comme cela a lieu pour les œufs de certains Diptères (*Mouche à viande*), la jeune larve provoque la rupture de l'enveloppe par les mouvements de contraction de son corps à l'intérieur. En général, dans ce cas, la paroi se fend longitudinalement, ce qui semble indiquer qu'une ligne de déhiscence existe, mais qu'elle est beaucoup moins marquée que dans les deux premiers cas.

4° Chez les Orthoptères de la famille des Acridiens, ainsi que l'ont montré les recherches de Kunckel d'Herculais (1890), les larves sortent de l'œuf encore entourées de leur amnios, mais elles se débarrassent bientôt de cette enveloppe par un procédé bien curieux.

Elles possèdent, à cet effet, entre la tête et le thorax, une membrane molle que Kunckel désigne sous le nom d'*ampoule cervicale* ; les jeunes Acridiens peuvent faire saillir, à volonté, cette membrane, du côté dorsal, en la remplissant de sang. Ils se servent tout d'abord de cette membrane pour soulever le couvercle de l'oothèque dans laquelle ils sont renfermés. A peine la jeune larve est-elle parvenue à porter sa tête au dehors, que l'ampoule cervicale entre, de nouveau, en jeu ; cette fois, le sac amniotique, considérablement distendu, se rompt, et le jeune Acridien est désormais libre.

5° Enfin, certains Insectes possèdent un appareil spécial, un *ruptor ovi*, selon l'heureuse expression de Riley, à l'aide duquel ils percent la paroi du chorion. Chez la Forficule, cet appareil consiste en une épine

rigide placée entre les deux yeux. Cet appareil, dont le rôle unique est de favoriser l'éclosion, disparaît chez les larves dès la première mue et il n'en reste, cela se conçoit, aucun vestige chez l'adulte.

MUES. — Toutes les larves, aussi bien celles des Insectes métaboliens que celles des amétaboliens, changent de peau un certain nombre de fois dans le cours de leur vie. L'enveloppe chitineuse, dont elles sont revêtues, et qui s'oppose, dans une certaine mesure, à l'accroissement du corps, tombe ; il s'en forme dessous une nouvelle, qui tombe de même, et ainsi de suite. C'est à ce phénomène qu'on a donné le nom de *mue* ou *ecdysis*. L'ancienne peau, abandonnée au hasard de la mue, et qui souvent conserve l'aspect de la larve, a reçu le nom d'*exuvie* (Fig. 166).

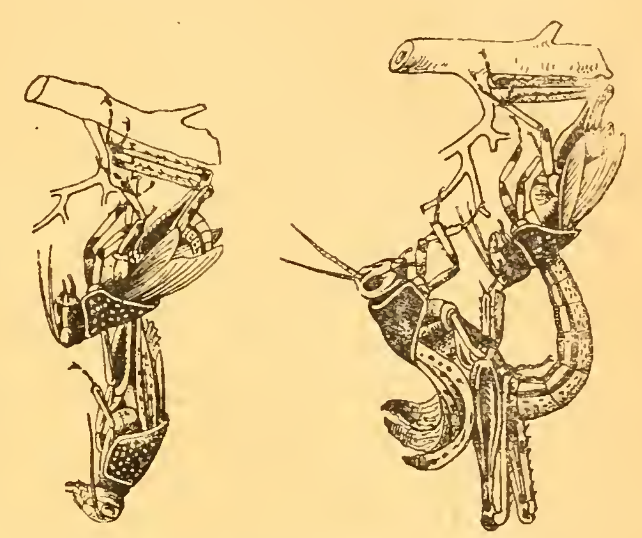


Fig. 166. — Deux phases de la mue chez *Schistocera peregrina* (ORTHOPT.) (d'après KUNCKEL D'HERCULAIS).

Mécanisme de la mue.— Les anciens entomologistes, imbus des idées de Swammerdam, pensaient que les différentes peaux de la larve étaient emboîtées les unes dans les autres. La vérité, c'est qu'une nouvelle couche tégumentaire se forme au dessous de l'ancienne par le travail des cellules hypodermiques ; celles-ci devenant plus nombreuses, il en résulte que la nouvelle couche tégumentaire est obligée de se plisser sous l'enveloppe chitineuse rigide ; un liquide spécial, sécrété par de grandes cellules hypodermiques, s'accumule entre l'ancien tégument et le nouveau. Le premier tégument, inextensible, finit par se rompre ; alors, le second, devenu libre, tandis

qu'il est encore mou et flexible, s'étend ; et la jeune larve, bénéficiant alors de l'accroissement en surface de son enveloppe tégumentaire, s'accroît, tout pendant que l'élasticité de la couche chitineuse le permet. Pantel a, en effet, constaté, sur la larve du Thrixion (*Tachinaires*), que, dans l'intervalle de deux mues successives, la taille de la larve peut augmenter du simple au double.

Chez certains Diptères (*Muscidés*), la larve ne sort pas de son enveloppe chitineuse au moment de la dernière mue ; elle se transforme en nymphe dans son intérieur, c'est pourquoi Linné a donné, à la nymphe ainsi enveloppée, le nom de *pupe* (1).

Coloration des larves. — La couleur des téguments change souvent au cours des métamorphoses ; il en est de même des dessins qui les caractérisaient. Ces modifications curieuses paraissent en rapport avec les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse partiels qui s'accomplissent au moment des mues.

Nourriture des larves. — Le régime alimentaire des larves est très varié ; toutefois, les exigences de l'adaption ont fait que chacune d'elles ne peut utiliser qu'une nourriture très spécialisée.

On peut sous ce rapport établir trois grandes subdivisions :

1° Les *larves carnivores* (Ex. : *Carabes*, *Nécrophores*, *Libellulides* etc.). qui se nourrissent de proies vivantes ou mortes mais toujours d'*origine animale*.

2° Les *larves phytophages* (Ex. : Chenilles), dont la nourriture est exclusivement *végétale*.

3° Les *larves polyphages* (Ex. : *Blattes*, *Dermestes*). Bien que manifestant souvent une préférence très marquée, les larves de ce groupe acceptent toutes les substances organiques, quelle qu'en soit l'origine.

Le régime des larves phytophages peut même être quelquefois strictement défini ; ainsi on trouve dans ce groupe des larves :

phyllophages (mangeuses de feuilles : Lépidoptères, *Chrysomélides*),
rhizophages (mangeuses de racines : *Ver Blanc*),
xylophages mangeuses de bois : *Cécambycides*, *Buprestides*,
mycophages (mangeuses de champignons : *Cryptophagides*),
coprophages (excréments des herbivores : *Bousiers*),
polliniphage (mangeuses de pollen : *Anthonome*).

L'adaptation de certaines espèces phytophages est même tellement

1) Du latin *pupa*, poupée.

étroite, que ces larves ne peuvent vivre qu'aux dépens d'une plante bien déterminée ; il en est même qui, peut-être, changent de nourriture dans le cours de leur développement. Tel est probablement le cas de la Chenille du *Bombyx rubi*, si difficile à élever, et qui refuse obstinément les feuilles de Ronce qu'on lui offre au printemps.

II. Influence des agents physiques.

Nous avons vu (p. 197) que la température possède une influence très marquée sur la durée des mues et sur l'ensemble du développement. Il doit exister, pour chaque espèce, une température *optimum*, au-dessous et au-dessus de laquelle la marche normale des phénomènes vitaux est plus ou moins troublée. Ainsi, par exemple, dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire à une température moyenne de 22° à 24°, le Ver à soie reste à l'état larvaire pendant trente-cinq jours ; tandis qu'à 45° son évolution se fait en 14 jours. Inversement, à une température de 16°, il peut rester pendant cinquante jours avant de subir la nymphose.

On croit, en général, qu'une température très basse exerce une action nuisible sur la vie des larves ; beaucoup de personnes croient même volontiers que les Insectes meurent pendant les hivers très rigoureux ; c'est là une idée absolument fausse qu'il faut détruire (1). Un ancien naturaliste allemand, Justi (1753), a congelé des Vers à soie à tel point que leur corps, devenu fragile comme du verre, se brisait sous le moindre choc ; or, en réchauffant lentement ces larves, il les a vues « revivre, manger et filer leur cocon ».

(1) Pour que les Insectes (ou leur larves) meurent par le froid, il faudrait qu'ils fussent exposés, pendant quelques heures, à des températures inférieures à — 60°.

Dimorphisme saisonnier. — Si les Insectes peuvent supporter, sans mourir, de très basses températures, l'expérience nous montre cependant qu'ils ne sont pas insensibles aux actions de la chaleur et du froid. Les variations de la température provoquent même, sur certains d'entre eux, principalement sur les Lépidoptères, des modifications tellement profondes, que les adultes d'une même espèce, qui naissent à des époques plus ou moins tardives dans l'année, sont souvent assez différents les uns des autres pour qu'on ait cru à l'existence de deux espèces distinctes. Ce phénomène, bien connu des lépidoptérologistes, constitue le *dimorphisme saisonnier*. L'exemple classique est celui qui nous est offert par *Vanessa geographica*.

Les individus de cette espèce, nés au printemps, et qui ont par conséquent passé l'hiver à l'état de chrysalides, possèdent une teinte générale fauve avec de nombreuses taches brunes : c'est *Vanessa levana*. Mais cette Vanesse pond ; la larve et la chrysalide de cette ponte estivale évoluent rapidement, et, en juillet, donnent naissance à une deuxième génération de papillons, entièrement d'un brun noir avec une bande blanche au milieu des ailes supérieures : c'est la variété *prorsa*. Quelques chrysalides tardives de cette variété *prorsa* peuvent même ne donner leur adulte qu'en septembre ; on a alors une variété intermédiaire, que les lépidoptérologistes ont nommée *porima*. On ne peut guère attribuer à une autre cause qu'aux variations de la température, ces curieuses modifications d'une espèce dans le court espace d'une année.

Il va sans dire que les œufs pondus par les variétés *prorsa* et *porima* donnent, au printemps suivant, de nouvelles générations de *levana* et le cycle recommence.

Le premier, E. Berce entreprit l'étude expérimentale de ces curieuses variations chez *Vanessa geographica* ; il constata qu'en maintenant à la chaleur les chenilles de la génération *prorsa*, il obtenait en quelque sorte à volonté la variété *porima*.

L'action du froid fut également expérimentée sur cette espèce par Weismann ; il soumit, pendant quatre semaines, dans une glacière, à la température de — 1°, des chrysalides issues de la génération *prorsa* ; les papillons qu'il obtint présentaient, pour la plupart, la coloration alaire et les maculations de *levana*.

Un grand Papilionide de l'Amérique du Nord (*Papilio Ajax*) revêt également trois formes saisonnières différentes ; deux formes de printemps à teintes claires : *P. telamonides* et *P. Walshii* ; plus une

forme d'été, *P. Marcellus*, à teinte foncée. Naturellement, ici encore, les œufs de *Marcellus* reproduisent la variété claire à évolution hibernale.

A l'exemple de Berce et de Weismann, de nombreux biologistes ont cherché à déterminer quelles sont les variations provoquées sur les adultes par la chaleur agissant continûment, soit sur les œufs, soit sur les larves, soit sur les chrysalides ; les travaux qui ont eu le plus grand retentissement dans cette voie sont ceux du Dr Max Standfuss, que j'expose ici, d'après F. Henneguy et d'après l'excellent résumé qui en a été donné dans les *Annales de la Société entomologique* de France, 1900, p. 82, par M. Deckert.

Standfuss montra, en 1895, que la chaleur, agissant sur les œufs, produit une accélération de l'évolution qui se fait sentir jusque dans le cours du développement de la larve. De même, des chenilles, élevées à une température moyenne de 25°, ont montré, non seulement une abréviation de la vie larvaire, mais ont fourni des adultes dont la taille s'est trouvée réduite.

Mais ce sont les expériences réalisées avec les chrysalides qui ont donné les résultats les plus remarquables ; le savant directeur du Musée entomologique de Zurich admet que l'action de la chaleur se traduit de quatre façons différentes sur les adultes ; on peut obtenir :

1° Des variations saisonnières, analogues à celles qui existent normalement dans la nature, comme par exemple *V. levana-prorsa* et *levana-porima*.

2° Des formes et des races locales, analogues à celles que l'on rencontre actuellement dans certaines localités bien définies et bien connues. Ainsi, par exemple, les exemplaires de *Vanessa urticæ*, obtenus de chrysalides refroidies, sont identiques ou presque à ceux de *V. urticæ*, var. *polaris*.

3° Des formes aberrantes, telles qu'on en voit quelquefois apparaître çà et là dans la nature : c'est ainsi que *Vanessa Io* peut donner la variation *Fischeri* et *V. cardui* la variation *elymi*.

4° Des formes phylétiques, c'est-à-dire des variations inconnues actuellement dans la nature, mais qui ont peut-être existé dans le passé, ou qui pourront exister dans l'avenir, si les conditions nécessaires à leur production viennent à se trouver réalisées. Ainsi, certaines formes de *Vanessa Io*, et de *V. Antiopa*, obtenues par l'action du froid, rappellent à s'y méprendre le type spécifique de *V. urticæ*.

Inversement, des chrysalides chauffées de *V. urticæ* donnent des adultes qui tendent à se rapprocher de *Vanessa Io*. On peut donc en conclure que ces deux espèces ont probablement une origine commune.

Ce problème est troublant. Dans tous les cas, ces recherches montrent nettement qu'on ne saurait plus admettre une limite fixe, infranchissable, entre l'espèce et la variété ; et, qu'entre les espèces elles-mêmes, on entrevoit des transitions possibles.

Action de la lumière. — Un certain nombre d'auteurs ont également cherché à déterminer quelle était l'action de la lumière sur le développement des larves. Bien que les résultats ne soient pas très concordants, on peut admettre que ce sont les radiations violettes qui favorisent le plus la rapidité du développement.

En ce qui concerne les chrysalides, C. Venus (1888), ayant élevé à Dresde des chenilles de *Vanessa urticæ* en les exposant aux rayons d'un soleil intense, obtint des chrysalides jaunes d'où sortirent des Papillons identiques à *Vanessa ischnusa* de Corse et de Sardaigne.

En résumé, les actions combinées de la chaleur et de la lumière suffisent probablement à expliquer les différences de coloration que l'on observe sur une même espèce, dans la nature, suivant la saison et suivant les conditions de milieu où elle vit.

Dans le volume qui traitera des Lépidoptères, un bref exposé sera donné des expériences d'Oudemans (1898) et de Crampton (1899) sur le déterminisme des couleurs sexuelles chez les Papillons.

CHAPITRE VIII

LA NYMPHE DES INSECTES

TECHNIQUE. — Se procurer, par élevage, un certain nombre de nymphes de la *Piéride du chou* ; il suffit, pour cela, de nourrir des chenilles dans une boîte recouverte de toile métallique.

1° **Les phénomènes précurseurs de la nymphose.** — Lorsqu'elle a atteint le terme de sa croissance, la larve des Insectes subit une dernière transformation, remarquable surtout chez les Holométaboliens : elle change de peau, passe, en quelque sorte, par une période de vie ralentie et devient une *nymphe* ; c'est là le phénomène de la nymphose.

Au moment où elle est sur le point de se transformer en nymphe, la larve cesse de manger ; elle rejette au dehors le peu d'aliments qui restait dans son tube digestif et se retire dans un endroit plus ou moins abrité.

2° **Les différentes formes de nymphes.** — Le stade de nymphe immobile ne se rencontre réellement que chez les Insectes à métamorphoses complètes ; chez les Insectes qui ne subissent pas de métamorphoses, ou qui arrivent à l'état parfait par une série de transformations graduelles, la nymphe ne diffère de l'adulte que par le plus faible développement de ses ailes. Dans ce cas, comme le fait très justement remarquer Henneguy,

il est impossible de dire « où commence et où finit la phase nymphale » et le nom de *nymphe* s'applique donc, « conventionnellement », à la phase du développement qui précède immédiatement l'état adulte.

Quoi qu'il en soit, en ce qui concerne les Insectes à métamorphoses complètes, on peut, dans la pratique, distinguer trois types principaux de nymphes :

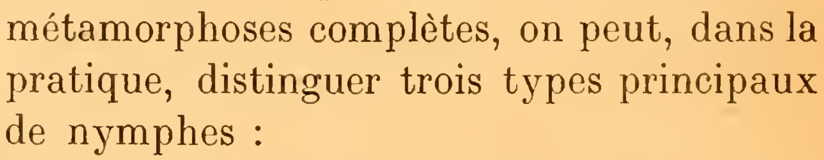
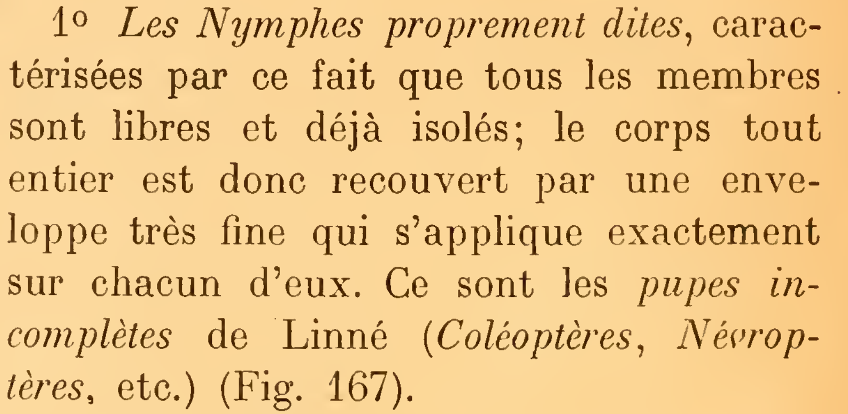
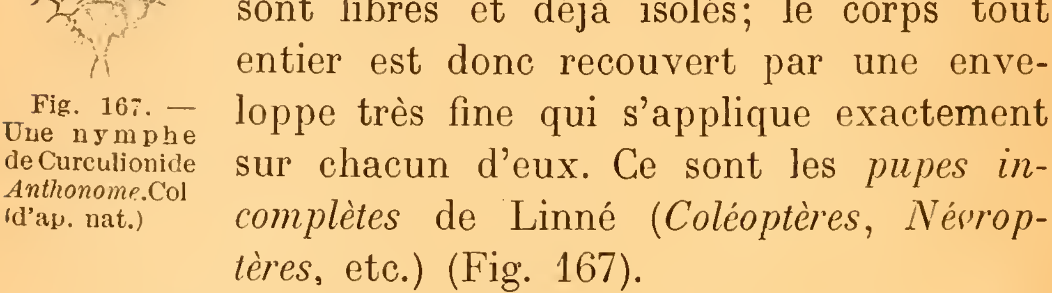


Fig. 167. — Une nymphe de Curculionide *Anthonome*. Col (d'ap. nat.)

1° *Les Nymphes proprement dites*, caractérisées par ce fait que tous les membres sont libres et déjà isolés; le corps tout entier est donc recouvert par une enveloppe très fine qui s'applique exactement sur chacun d'eux. Ce sont les *pupes incomplètes* de Linné (*Coléoptères*, *Névroptères*, etc.) (Fig. 167).





2° Les *Chrysalides ;* on réserve spécialement ce nom aux nymphes des Lépidoptères.

Ici, les membres, ainsi que les différentes parties du



Fig. 168. — Deux chrysalides de Lépidoptères, à gauche *Piéride du chou* ; à droite *Rhodocera* (d'ap. RILEY).

corps de l'adulte, sont encore visibles, mais il existe une *enveloppe commune*, qui recouvre le tout, et qui tient les membres appliqués contre le corps. Ce sont les *pupes emmaillotées* de Linné (Fig. 168).

3° *Pupes*. On donne ce nom aux nymphes qui restent

enfermées sous la peau de la larve au moment de la dernière mue ; on ne peut, par conséquent, dans ce cas, distinguer aucune partie du corps de l'adulte : ce sont les *pupes resserrées* de Linné.

Il est à peine besoin de dire, qu'entre ces trois types bien définis et en quelque sorte classiques, il existe de nombreux intermédiaires.

3° Ornementation des nymphes. — Les nymphes des Insectes holométaboliens sont, en général, arrondies, ovoïdes (*Diptères*) ou légèrement coniques (*Lépidoptères nocturnes*) ; toutefois celles des Rhopalocères (*Lépidoptères diurnes*) sont presque toujours anguleuses et colorées de façon très variable.

L'enveloppe des nymphes est, le plus souvent, dépourvue d'appendices ; lorsqu'il en existe on les retrouve toujours chez l'adulte.

4° Anatomie interne des nymphes. — On ne saurait donner la description des organes internes de la nymphe, puisque la plupart de ces organes sont dans un état de continuelle transformation. C'est, en effet, pendant la période nymphale que s'accomplissent les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse que nous décrirons plus loin (p. 263).

Malgré leur état de mort apparente, les nymphes sont simplement dans un état de vie ralentie ; dans leur organisme, toutes les grandes fonctions de la vie végétative s'accomplissent comme par le passé, bien qu'avec une intensité beaucoup moindre ; on savait notamment, depuis Réaumur, que des chrysalides, immergées dans l'huile, périssaient toujours par asphyxie.

Certains Insectes éprouvent une assez forte diminution de poids pendant la nymphose ; cette perte est surtout sensible, cela se conçoit, chez les chrysalides qui filent un cocon. Ainsi, par exemple Dandolo a constaté que, chez un Ver à soie d'assez grande taille' prêt à filer, la larve pesait 3 gr. 66. Au bout de huit jours, la chrysalide et son cocon, ensemble, ne pèsent plus que 2 gr. 18. La perte

totale de poids, subie par l'animal dans ce court laps de temps, a donc été de 1 gr. 48.

Bien que les nymphes des Insectes holométaboliens ne puissent, en général, se déplacer, elles ne sont pas cependant, pour cela, complètement immobiles ; ainsi, par exemple, chez les chrysalides des Lépidoptères, les anneaux de l'abdomen conservent une certaine mobilité ; cela tient vraisemblablement à ce que, pendant les phénomènes d'histolyse, la destruction des muscles de cette région n'est jamais absolument complète.

CHAPITRE IX

HISTOLYSE ET HISTOGÉNÈSE

TECHNIQUE. — Il est nécessaire de durcir les tissus et de pratiquer des coupes minces dans les organes que l'on veut étudier. La technique demande un apprentissage près d'un naturaliste exercé. On en trouve quelquefois la description dans les mémoires spéciaux.

1° Phénomènes intimes de la nymphose. — Il n'y a guère plus de 50 ans que l'on connaît les phénomènes intimes de la métamorphose chez les Insectes. Sous l'influence des idées de Swammerdam et de Réaumur, les naturalistes avaient toujours cru que, « pendant la métamorphose, il y avait simplement développement d'organes préexistants chez la larve ».

Cependant, les organes qui jouent le rôle le plus important dans ces transformations, ceux que Weismann a désignés sous le nom de *disques imaginaux*, avaient été aperçus dpuis longtemps, mais personne n'en avait compris la signification.

Étant donnée la place qu'ils occupent, Lyonet, dès 1762, en était arrivé à soupçonner qu'ils pourraient bien « *être les principes des ailes* ». Léon Dufour, l'habile entomologiste de Saint-Sever, les avait aussi aperçus chez les larves des Mouches, mais il les considérait comme « des ganglions d'une nature particulière ».

C'est Weismann, comme nous l'avons dit, qui comprit, le premier, la véritable signification de ces corps et détermina le rôle important joué par eux au cours des métamorphoses. « Il leur donna le nom de *disques imaginaux*, à cause de leur forme discoïde et reconnut que ce sont, en réalité, « de petites vésicules dans lesquelles on distingue une partie centrale plus épaisse, destinée à produire un appendice (*patte*, *aile*, etc.), et une partie périphérique » en rapport avec l'hypoderme environnant.

De plus, le professeur Weissmann appela l'attention sur les cu-

rieux phénomènes de dégénérescence qui se produisent à l'intérieur du corps de la nymphe. Il fit remarquer que les cellules des tissus larvaires se fragmentent et subissent une sorte de liquéfaction ; il donna le nom d'*histolyse* à l'ensemble de ces phénomènes.

C'est alors à ce moment qu'apparaissent, toujours d'après Weismann, au milieu des tissus liquéfiés de la larve, des *globules granuleux*, nés par formation libre ; et c'est alors, aux dépens de ces matériaux, que se formeront « les tissus et les organes nouveaux, muscles, trachées, corps adipeux, etc.., etc. »

A part la formation des cellules libres, les vues de Weismann ont été confirmées par tous les naturalistes qui se sont occupés de l'embryogénie des Insectes, et l'on peut résumer ainsi les faits considérés aujourd'hui comme acquis.

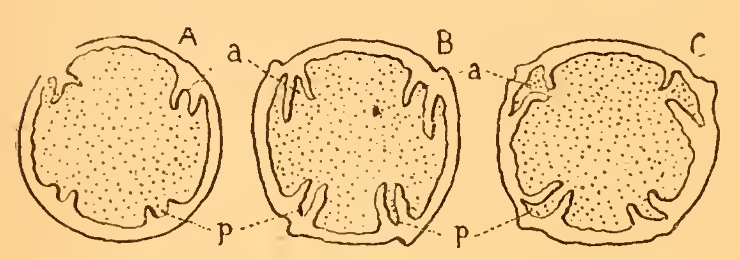


Fig. 169. — Diagrammes indiquant le mode de formation des appendices par l'intermédiaire des disques imaginaux ; *a*, bourgeons donnant naissance aux ailes ; *p*, bourgeons des pattes. (Imité de GRABER).

1° Dans la cavité générale des larves, on trouve, dans chaque segment, audessous de l'hypoderme larvaire, quatre petits corps blancs, disposés par paires; ce sont les *disques imaginaux* ou hisoblastes (Fig. 169, a) qui, plus tard, « détermineront la chute de l'hypoderme en se substituant à lui. Toutefois, dans la tête, par suite de la fusion intime des métamères, on observe une réduction notable dans le nombre et dans les dimensions des disques. De même, dans la région abdominale, qui ne porte jamais d'appendices, « les disques imaginaux apparaissent tardivement et ne s'invaginent pas à l'intérieur du corps ».

2° Les disques imaginaux dérivent de l'hypoderme ; ils se forment par une invagination ayant l'aspect d'un petit sac rattaché à la couche hypodermique par un court pédicule. Bientôt après, ces sacs s'accroissent, s'aplatissent, et s'étalent en membranes pour remplacer les téguments de la larve qui vont disparaître ; à un moment donné, leur partie centrale s'épaissit et de cet épaississement naîtra un appendice : antenne, patte ou aile.

Les disques imaginaux se forment donc toujours aux points où doivent naître les appendices ; lorsqu'ils sont complètement développés et réunis les uns aux autres, dans un même segment et dans

les segments voisins, un nouveau tégument se trouve ainsi constitué sous le tégument primitif : celui-ci peut alors tomber et disparaître.

En résumé, il y a deux phénomènes bien distincts à considérer pendant la nymphose :

La destruction des tissus de la larve (*histolyse*).

La réédification des tissus de l'adulte (*histogénèse*).

Cette destruction et cette réédification marchent de pair, de sorte qu'un organisme nouveau se constitue pendant que l'ancien disparaît.

3° Disques imaginaux. — Les organes désignés sous ce nom sont : tantôt de petits sacs pédonculés, tantôt des bourgeons saillants à la face interne de l'hypoderme, tantôt de simples épaississements de la paroi du corps, parfois même des cellules isolées çà et là, à la surface ou à l'intérieur des tissus (Fig. 170).

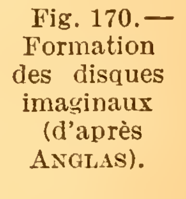


Fig. 170. — Formation des disques imaginaux (d'après ANGLAS).

Nous ne les décrirons que sous leur forme la plus parfaite, c'està-dire sous celle d'un sac pyriforme, dont la cavité intérieure (*cavité péripodale cp.*) est limitée par une paroi (*membrane péripodale mp.*) notablement épaissie vers le fond du sac.

Au cours de leur développement, les disques imaginaux n'apparaissent pas à la même époque, suivant les différentes régions du corps de l'Insecte ; très précoces dans la région thoracique, ils sont au contraire beaucoup plus tardifs dans la région abdominale, et ce sont ces différences de rapidité qui sont causes des variations que nous avons signalées plus haut (Fig. 171).

Évolution des disques imaginaux. — Prenons le cas des ailes, qui a été suivi avec soin par Gonin chez les Lépidoptères. Au moment où se forme le bourgeon, qui garnit le fond de la cavité péripodale et qui deviendra l'appendice en question, on voit un tronc trachéen pénétrer dans son intérieur et s'y ramifier, au fur et à mesure que l'aile se développe.

Petit à petit, l'aile se dégage de la cavité péridonale ; le sang qui pénètre à l'intérieur la distend et le réseau trachéen la consolide ; il suffit de quelques heures pour que l'aile atteigne son développement complet ; mais, comme elle est encore enfermée sous la peau de la nymphe, elle reste plissée, tandis qu'une cuticule solide se

différencie à la surface. Lorsque l'Insecte sortira de l'enveloppe nymphale, il suffira que l'air circule dans toutes les branches du réseau trachéen pour produire l'étalement des membranes alaires.

Il est alors facile de comprendre l'utilité d'un remaniement de l'hypoderme larvaire au moment où l'Insecte adulte va sortir de son enveloppe nymphale.

Les Insectes, en effet, ne s'accroissent plus lorsqu'ils sont à l'état adulte ; il faut donc qu'ils aient acquis tout leur développement pendant la vie nymphale et pendant le temps, très court, où leurs téguments encore souples peuvent s'étendre. La surface totale du corps de l'Insecte est incomparablement plus grande que celle de la larve. Or, ce résultat ne peut être obtenu que si l'hypoderme larvaire est profondément remanié.

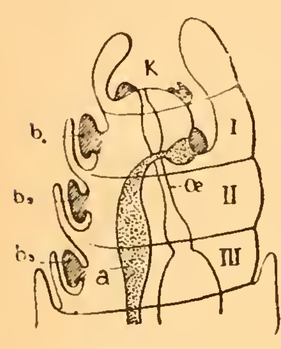


Fig. 171. — Les disques imaginaux dans la région céphalique de la Mouche ; *k*, vésicule céphalique ; *œ*, œsophage ; *a*, syst. nerveux ; I-III, anneaux thoraciques ; b_1, b_2, b_3, disques imaginaux des pattes (d'après VAN REES).

La larve, sous sa forme de nymphe, a, à sa disposition, une certaine quantité de matière qu'elle ne peut augmenter, puisqu'elle ne se nourrit plus ; l'hypoderme larvaire sera donc remanié, à très peu de chose près, avec les mêmes éléments que ceux qui le constituent déjà ; mais ces éléments, nous le savons, ce sont de grosses cellules qui se divisent pour donner des cellules plus petites et par conséquent plus nombreuses ; la surface couverte par ces petites cellules est supérieure à la surface hypodermale de la larve, bien que la quantité primitive de matière ait à peine augmenté, problème souvent résolu de cette façon en biologie.

4° **Histogénèse des organes.** — Tous les autres appendices de l'adulte prennent naissance, comme les ailes, par le jeu de disques imaginaux particuliers.

Toutefois, dans les larves pourvues de pattes, les membres locomoteurs de l'adulte se forment bien au niveau des pattes larvaires, mais *non à leurs dépens*, comme on le croyait d'après les expériences de Réaumur, la patte larvaire ne donne naissance qu'aux tarses ; les trois autres parties de la patte de l'adulte se forment par un épaississement hypodermique, véritable disque imaginal, bourgeonnant à la base de la patte de la larve et s'intercalant, par consé-

quent, entre l'extrémité de la patte larvaire et sa racine : c'est ce qu'on appelle le bourgeon *fémoro-tibial*.

Dans les antennes et les pièces buccales, nous trouvons le même mode de développement, c'est toujours un bourgeon hypodermique qui fonctionne à la base de l'organe larvaire de façon à l'allonger.

1° Appareil digestif. — Les transformations que subit l'appareil digestif sont d'autant plus grandes que le régime alimentaire de la larve diffère plus de celui de l'adulte ; en général, l'épithélium, de même que la tunique musculaire de l'intestin, sont frappés de dégénérescence et remplacés par des tissus de nouvelle formation.

Le nouvel épithélium est régénéré par de nombreuses petites cellules placées à la base des grandes cellules larvaires, et formant, dans chaque segment, une sorte d'anneau imaginal ; l'épithélium larvaire est donc rejeté à l'intérieur du tube digestif par un phénomène d'exuviation, tout à fait comparable à celui qui produit les mues externes.

2° Appareil respiratoire. — Il suffit de considérer la position des orifices stigmatiques, pour s'assurer que, souvent, l'appareil respiratoire des adultes diffère notablement de celui des larves : ce dernier devra donc subir des transformations profondes pendant la nymphose.

Voici, à titre d'exemple, les dispositions le plus fréquemment réalisées pour la pénétration de l'air à l'intérieur de l'organisme chez les Muscidés.

1° Chez les larves, l'air pénètre par deux ouvertures stigmatiques situées à la partie postérieure du corps.

2° Chez les nymphes, les orifices respiratoires n'existent que sur le thorax.

3° Chez l'adulte, on compte six paires de stigmates latéraux.

On conçoit que, pour passer de l'une à l'autre de ces dispositions, au cours des métamorphoses, il faudra des remaniements internes.

En général, les trachées de la larve disparaissent complètement pendant la nymphose ; cependant, d'après Kowalevsky, quelques grandes cellules de l'hypoderme persistent et sont le point de départ du nouveau réseau trachéen. Ces cellules sont donc de véritables trachéoblastes, mais leur évolution est insuffisamment connue.

3° Appareil circulatoire. — Ici, tous les auteurs sont d'accord ; le vaisseau dorsal et ses dépendances ne subissent que de très faibles

transformations pendant la nymphose. On conçoit d'ailleurs très bien que le cœur de la larve puisse suffire à la circulation de l'adulte ; et, d'autre part, le fait que le vaisseau dorsal continue à fonctionner et à se contracter chez les nymphes, indique que cet organe n'est le siège d'aucun phénomène de dégénérescence histogénique.

Quant au sang, c'est le liquide incolore qui remplit la cavité générale du corps et dans lequel baignent tous les organes ; les modifications chimiques qu'il subit ont été mal étudiées jusqu'ici. On trouve dans ce liquide de grosses cellules libres douées de mouvements amiboïdes : ce sont des *leucocytes* ou *amibocytes*. Certains auteurs leur attribuent un rôle phagocytaire important dans l'histolyse.

4° Appareil nerveux. — Le système nerveux n'est modifié que dans ses dispositions topographiques (*concentration*). Ici encore, tous les auteurs sont d'accord, les ganglions cérébroïdes et ceux de la chaîne ventrale passent de la larve à l'adulte sans subir l'histolyse.

Quant aux organes des sens, les modifications qu'ils subissent étant très mal connues, ce que l'on sait pour chaque groupe sera expliqué dans les volumes spéciaux.

5° Appareil musculaire. - Il était facile de prévoir que, par suite du développement considérable des organes locomoteurs (*pattes* et *ailes*), le système musculaire de la larve allait devenir insuffisant pour les besoins de l'adulte ; cet appareil doit donc subir des remaniements très profonds pendant la nymphose. Presque tous les muscles larvaires disparaissent, en effet, par histolyse (= *myolyse*) ; les faisceaux dont ils sont formés commencent par se détacher de la cuticule ; ensuite ils se fragmentent, subissent une sorte de fonte et sont enfin, peu à peu, remplacés par des muscles de nouvelle formation

6° Appareil reproducteur. — Les organes reproducteurs, cela se conçoit, ne subissent en aucune façon l'histolyse pendant la nymphose ; ils continuent à se développer, de manière que les éléments sexuels aient atteint leur maturité au moment où l'adulte devient libre.

5° La marche de l'histolyse. — Mais quel est le mécanisme de cette transformation ? Ici. les avis des auteurs sont très partagés.

Opinion de Kowalevsky. — D'après Kowalevsky, c'est sous l'action des globules du sang que se produirait l'histolyse musculaire ; mais, comme il a été démontré que d'autres cellules peuvent

également jouer un rôle phagocytaire, il en résulte que les leucocytes ne sont probablement pas les agents uniques de cette désagrégation. A la phase de reconstruction (*histogénèse*), ce seraient les cellules mésodermiques des disques imaginaux qui deviendraient les éléments des nouveaux muscles.

Opinion de Berlèse. — Pour Berlèse, les muscles larvaires, principalement ceux qui ne sont d'aucune utilité pour l'adulte, subissent une dissolution complète, une myolyse totale. Toutefois, cette myolyse ne porte que sur la substance contractile ; les noyaux, mis en liberté, persistent et continuent à vivre. Ces noyaux vont grandir et se multiplier ; plus tard, ils se transformeront en myocytes allongés, qui seront le point de départ des nouveaux muscles de l'adulte. Berlèse, comme on le voit, ne fait pas, comme Kowalevsky, intervenir les disques imaginaux dans l'histogénèse des muscles.

Opinion de Pérez. — Charles Pérez a émis une opinion nouvelle en 1902. Pour lui, les muscles larvaires destinés à disparaître, présentent, à leur périphérie, de très petits noyaux qui sont de véritables histoblastes. A mesure que la fibre larvaire se détruit, ces histoblastes se développent, et ils aboutissent finalement à la formation des muscles de l'adulte ; le myoplasme est donc en quelque sorte réemployé ; dans tous les cas, la plasmolyse phagocytaire n'est que partielle et non pas totale comme le croyait Kowalevsky.

L'opinion de Pérez me paraît très rationnelle. A mon avis, il existe des histoblastes dans tous les tissus ; quelquefois ces hisblastes peuvent être des simples noyaux isolés, c'est le cas pour les muscles ; d'autres fois ce sont des cellules complètes, ainsi qu'on l'observe pour les trachées et pour l'épithélium de l'intestin ; enfin, dans les cas les plus connus, ce sont les groupes de cellules que les auteurs ont depuis longtemps désignés sous les noms de disques imaginaux.

Considérations générales sur les Métamorphoses.

1° Les causes de l'histolyse. — Les deux processus fondamentaux de l'histolyse et de l'histogénèse, s'exerçant simultanément et en sens inverse, résument évidemment la marche de toutes les métamorphoses;

malheureusement, sur l'origine même de ces phénomènes nous n'avons que des données très incomplètes, et il a été impossible jusqu'ici de formuler les lois qui les régissent.

Quelques auteurs ont cependant essayé de donner une explication acceptable de ces phénomènes ; le résumé de leurs opinions montrera suffisamment que la solution de ces importantes questions reste encore à trouver. Si les remarques suivantes, clairement résumées par Henneguy, permettent de serrer de plus près la question, elles ne la résolvent pas.

Incontestablement « c'est chez les Insectes holométaboliens, à larves apodes (*Muscidés*), que les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse sont les plus marqués, tandis que chez les Insectes holométaboliens à larves hexapodes, il n'y a souvent qu'un remaniement, une rénovation de certains tissus et formation d'organes nouveaux, en rapport avec des fonctions nouvelles. »



D'autre part, « il est probable que l'on trouvera tous les stades de passage entre la simple évolution graduelle des tissus et des organes, chez les Insectes paurométaboliques, et la néoformation d'organes chez les holométaboliques, quand on aura observé ce qui se passe chez les Insectes à métamorphoses graduelles et à hypermétamorphoses ». Ce sont les appareils *digestif* et *locomoteur* qui subissent, cela va sans dire, les transformations les plus profondes au moment de la métamorphose, puisque le passage à l'état adulte se traduit le plus souvent par un changement complet dans le mode de locomotion (*apparition des ailes*) et dans le régime alimentaire (*passage du type broyeur* au *type suceur*, *Lépidoptères*). L'appareil respiratoire n'est lui-même

fortement modifié que si l'Insecte passe de la vie aquatique à la vie aérienne ou inversement. Tous les autres appareils de la larve, qui peuvent servir aux besoins de l'adulte, persistent et échappent aux phénomènes de l'histolyse.

Voici maintenant un résumé des principales théories proposées pour appliquer les phénomènes de l'histolyse.

1° *Théorie des blastèmes.* — Cette théorie, dont les bases furent posées pour la première fois, en 1863, par Weismann, reprise et complétée par Viallanes en 1882, admet que, pendant la nymphose, les cellules larvaires subissent une désagrégation donnant naissance à des sortes de blastèmes aux dépens desquels se formeraient d'autres éléments cellulaires plus petits. Ce sont ces éléments nouveaux, dont l'importance a été plus tard démontrée par Pérez, qui servent à l'édification des nouveaux tissus et par suite des nouveaux organes.

L'interprétation de Viallanes n'est pas soutenable aujourd'hui même en ce qui concerne l'histogénèse des muscles, où il avait cru trouver son principal appui.

2° *Théorie de la phagocytose* (1). — Édifiée par Kowalevsky en 1887, cette théorie renferme certainement une grande part de vérité ; mais c'est à tort qu'on a considéré la phagocytose comme la cause même de l'histolyse. On peut, en effet, lui faire une objection très grave ; pourquoi, à un moment donné, les phagocytes s'attaquent-ils à certains organes tandis qu'ils en respectent d'autres, placés en apparence dans les mêmes conditions ?

Il ne serait peut-être pas impossible de répondre à cette objection, mais ce n'est pas ici le lieu d'une semblable discussion.

3° *Théorie de la crise de maturité génitale.* — Charles Pérez (2), qui a le premier formulé cette théorie en 1899, part de ce principe que « le fait primordial de l'histolyse est la prolifération subite et active des disques imaginaux, venant à la suite de la surnutrition

(1) Kowalevsky (A). — Zur embryonalen Entwickelung der Musciden, *Biol. Centr.* 1886. T. VI. p. 49-54.

(2) Perez (Ch.). — Bull. Soc. ent. 1899, p. 398.

de la larve et de la pléthore des réserves dans le corps gras ». Ces phénomènes seraient, en d'autres termes, la manifestation de la lutte pour la vie qui éclate, à un moment donné, entre les différentes cellules de l'organisme : grosses cellules larvaires d'une part, et petites cellules des histoblastes, d'autre part.

La prolifération rapide de ces petites cellules, rompant l'équilibre préexistant, provoquerait la désagrégation des tissus larvaires, c'est-à-dire la crise générale. Quelle serait alors la cause de cet avantage, entièrement au profit des cellules histoblastiques ? Pérez a étayé sa théorie d'une hypothèse ingénieuse : il admet, pendant la métamorphose, et sous l'influence d'une excitation due au développement des cellules génitales, la sécrétion, par les disques imaginaux, de produits particuliers qui seraient des *stimulines* pour les cellules histoblastiques et des *toxines* pour les éléments larvaires.

Cette théorie, très séduisante, a pour point de départ un fait positif certainement très remarquable, à savoir l'extraordinaire disproportion qui existe entre le volume des cellules larvaires et celui des histoblastes ; quant à la cause qui oblige ces éléments à évoluer en sens inverse, l'hypothèse des toxines, fut-elle même démontrée, reculerait la question mais ne la résoudrait pas.

4° *Théorie de la lyocytose* (1). — Tous les auteurs paraissent d'accord sur ce point : au moment de la métamorphose, les tissus qui doivent disparaître par histolyse, présentent toujours les signes d'une altération chimique plus ou moins profonde, de sorte que les phagocytes, lorsqu'ils interviennent, s'attaquent toujours à des tissus en voie de décomposition. Or, d'après Anglas, il existe de nombreux exemples où les choses se passent différemment et où les phagocytes n'interviennent pas. Dans ce cas, les tissus larvaires, d'après lui, se dissoudraient purement et simplement dans le liquide cavitaire, sous l'action de diastases sécrétées par les leucotyces, et c'est ensuite, dans cette sorte de blastème général, que les éléments histoblastiques puiseraient les matériaux nécessaires à leur évolution. Cette sorte de digestion, par les éléments figurés du sang au sein du liquide cavitaire, a reçu d'Anglas le nom de *lyocytose* pour rappeler qu'elle se fait principalement par l'intermédiaire des leucocytes ; malheureusement, jusqu'ici, il a été impossible de mettre en évidence l'existence des ferments actifs.

(1) Anglas (J). — C. R. Soc. biol. nov. 1899.

5° *Théorie de l'asphyxie* (1). — Voici une théorie qui a sérieusement retenu l'attention des biologistes ; elle a été formulée par Bataillon en 1893, à la suite de ses recherches sur la nymphose du Ver à soie. Cet auteur pose, en principe, que la métamorphose est un *ensemble de phénomènes asphyxiques* ; et, d'après lui, les phénomènes de dégénérences signalés précédemment ne seraient que la conséquence de l'asphyxie.

Sans aucun doute, sous l'enveloppe chitineuse étanche, il y a accumulation de CO^2 dans le corps de la nymphe ; mais ce gaz, ainsi que les autres produits nocifs, doit se distribuer uniformément dans le sang ainsi que dans la cavité générale ; on ne comprend pas alors pourquoi certains organes, tel que l'appareil digestif, disparaissent, brusquement histolysés, tandis que d'autres persistent et résistent à l'asphyxie.

En résumé, jusqu'à ce jour, aucune théorie n'a fourni une explication entièrement acceptable des phénomènes essentiels de la métamorphose ; tout ce qu'on sait, c'est que les tissus et les organes qui subissent le plus rapidement l'histolyse, sont ceux qui ont cessé de fonctionner, ceux qui sont réduits à l'inaction, et qui sont devenus inutiles à l'Insecte par suite du changement radical qui s'est produit ou qui va se produire dans son mode de vie ! Mais alors, conclut M. Henneguy, « on est conduit à se demander pourquoi la larve change de mode d'existence », ce qui revient à poser le problème de l'origine des métamorphoses.

Nous ne pouvons pas aborder ici cette question, dont le seul exposé nous entraînerait hors du cadre assigné à cet ouvrage ; il semble d'ailleurs que sa solution ne pourrait être donnée que par « une étude approfondie des documents paléontologiques » ; or, nous allons voir que ces documents sont encore trop peu nombreux ou trop incomplets, pour qu'on puisse en faire état dans une question si difficile.

(1) BATAILLON (E.). Bull. sc. France et Belgique. T. XXV. Paris, 1893, in-8°.

LIVRE TROISIÈME

PREMIÈRE PARTIE

ENTOMOLOGIE ÉCONOMIQUE

CHAPITRE I

LES INSECTES DANS LES TEMPS GÉOLOGIQUES

Paléoentomologie.

Bien que très riches, les documents paléontologiques que nous possédons sur les Insectes, ne permettent pas de suivre l'évolution des principaux groupes à travers les époques géologiques. On sait seulement — et cette notion se dégage nettement des observations qui ont été faites dans tous les pays — que les Insectes, ne subissant aucune métamorphose, ont apparu sur la terre avant les métaboliens. La plupart, en effet, des formes anciennes qui ont été identifiées, peuvent être rapportées aux trois grandes classes d'amétaboliens : Névroptères, Orthoptères et Hémiptères.

1° INSECTES DES TEMPS PRIMAIRES

Il faut rayer de la science l'empreinte silurienne des grés de Jurques (*Calvados*), que Ch. Brongniart avait décrite sous le nom de *Palæoblattina Douvillei*. Il a été démontré que cette empreinte, long-

temps considérée comme une aile d'Insecte (*Blattidés*), n'était autre chose qu'une pointe génale de Trilobite.

Époque dévonienne. — C'est dans les schistes dévoniens ou carbonifères du Canada, (*Nouveau-Brunswick*), qu'ont été signalés, par Scudder, les premiers débris d'ailes que l'on puisse inconstestablement rapporter à des Insectes ; mais, étant donné le mauvais état de conservation de ces débris, qui semblent appartenir à des groupes d'Éphémérides, et qui sont d'ailleurs en très petit nombre (*six échantillons seulement*), il est à peu près impossible de se faire une opinion, et de leur assigner une position définitive dans la classification.

Des faits observés, on peut cependant conclure que l'ordre des Archiptères (*Orthonévroptères*) existait déjà pendant les temps dévoniens.

Époque carbonifère. — Mais c'est surtout à l'époque carbonifère que les Insectes deviennent nombreux et variés ; cet accroissement des espèces est vraisemblablement dû à l'extension des continents et au développement des grandes forêts de Cryptogames qui donnèrent naissance à la houille.

Les nombreux documents recueillis dans les schistes carbonifères de Commentry (*Allier*), permettent de donner un aperçu suffisamment net de la faune entomologique à cette époque.

Tout d'abord, un fait remarquable est celui-ci : les Insectes de cette période étaient généralement de grande taille, quelques-uns d'entre eux n'avaient pas moins de 0 m. 70 d'envergure : les ancêtres des Thysanoures étaient représentés par le *Dasyleptus Lucasi*, voisin des *Lépismes* et des *Machiles*.

Dans le groupe des Orthoptères, on rencontre de nombreuses formes, que l'on peut rapprocher des Blattes, des Phasmes, des Criquets et des Locustides ; tous ces Insectes présentent un caractère commun : les ailes de la seconde paire sont à peine plus larges que celles de la première et ne sont pas encore parcourues par ces nervures en éventail qui, chez les formes actuelles, permettent aux ailes — malgré leur étendue — de se replier entièrement sous les élytres.

Cette particularité avait paru si importante à Scudder qu'il avait proposé de désigner tous ces Orthoptères paléozoïques sous le nom d'*Orthoptéroïdes*.

Parmi ces formes, où ce sont, semble-t-il, les Palæoblattidés (*ancêtres des Blattes*) qui dominent, nous nous bornerons à signaler ici la

merveilleuse empreinte d'*Ectoblattina Gaudryi*, récemment publiée par M. Agnus dans le Bulletin de la Société entomologique de France, 1903, p. 292.

On sait aussi que, chez les Blattes de l'époque actuelle, les œufs sont renfermés dans une coque ovigère (p. 211) où les jeunes restent abrités pendant un certain temps après l'éclosion ; or, chose remarquable, il est probable que les Blattidés de l'époque houillère n'avaient pas encore acquis ce caractère, car leur abdomen était terminé par une tarière (1), ce qui indique qu'elles devaient pondre leurs œufs un à un, comme les Grillons actuels.

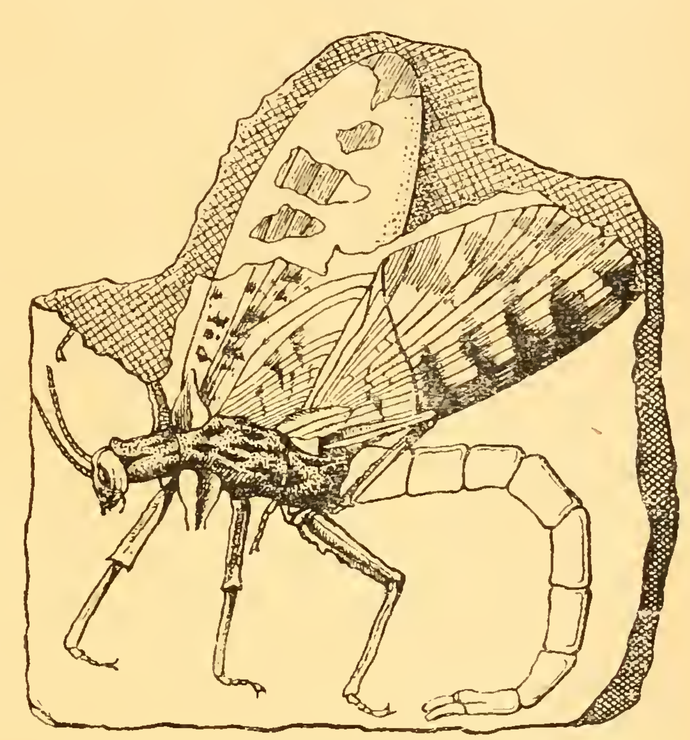


Fig. 172. — *Protophasma Dumasi* Orth. 1/4 grandeur naturelle. Terrain houiller de Commentry (d'après Ch. Brongniart).

Les Phasmidés étaient représentés par les genres *Protophasma*, *Titanophasma*, etc.; l'une des plus belles espèces, *Protophasma Dumasi* (Fig. 172), nous montre qu'à cette époque, ces Insectes étaient pourvus de deux paires d'ailes bien développées, tandis que les Phasmes actuels sont, ou bien complètement aptères, ou bien ont les ailes antérieures réduites à l'état d'écailles : *Titanophasma Fayoli*, dont le corps seul est connu, ne devait pas mesurer moins de vingt-huit centimètres de long. Chez ces deux espèces, ainsi qu'on peut le voir, le corps rappelle les Orthoptères, tandis que les ailes sont semblables à celles des Névroptères.

Les Névroptères sont beaucoup plus nombreux et plus diversifiés que les Orthoptères, ce qui tendrait à prouver qu'ils sont d'origine plus ancienne ; les ancêtres des Odonates (*Protagrion*), des Myrmé-

1) Brongniart (Ch.). — *Ann. géol.* T. VI. 1889, p. 788.

léonides (*Protascalaphus*) et les grandes Éphémérides du genre *Meganeura*, dont les ailes seules ne mesurent pas moins de trente-trois centimètres, sont représentés par des formes aussi abondantes que variées.

Quant aux Hémiptères, ils comprennent un certain nombre de genres qui rappellent, jusqu'à un certain point, les Fulgores et les Cicadelles ; on y rapporte également le curieux *Eugereon Bœckengii*, trouvé par Dohrn dans le permien de Bohême : cet Insecte est un Névroptère par la nervation de ses ailes, mais un véritable Hémiptère, par les pièces de sa bouche qui sont disposées pour piquer.

En somme, toutes les formes que nous venons d'énumérer possèdent un certain nombre de caractères communs : ce sont des Insectes n'ayant pas encore acquis le degré d'adaptation qui caractérise les formes d'aujourd'hui ; ils se rapprochent des Orthoptères, des Névroptères et des Hémiptères, sans appartenir exclusivement à l'un ou l'autre de ces ordres. Ce sont, en réalité, des types synthétiques, d'où sont sortis plus tard, dans le cours des temps secondaires, tous les ordres actuellement vivants. A cause du mode de nervation de leurs ailes, il paraît utile, ainsi que Scudder l'a proposé, de réunir tous ces types primitifs en un groupe phylétique sous le nom de *Palæodictyoptera*.

Il y a tout lieu de croire que les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères n'existaient pas encore comme groupes distincts pendant l'ère paléozoïque ; les débris douteux qu'on a trouvés ne permettent pas de se prononcer avec certitude sur ce sujet.

Il paraît aussi bien certain que la plupart des Insectes étaient dépourvus de métamorphoses complètes ; leurs larves ne différaient sans doute de l'adulte que par l'absence d'ailes.

2° INSECTES DES TEMPS SECONDAIRES

Les types actuels d'Insectes ne font leur apparition qu'à l'époque secondaire, et leur évolution paraît terminée à l'époque tertiaire ; ils se sont accrus et perfectionnés en même temps que la flore terrestre. Aux ordres synthétiques de l'ère paléozoïque, qui, petit à petit, se différencient, succèdent des formes nouvelles. Dans le trias, à côté des Libellules et des Hémiptères, déjà presque sem-

blables à ceux qui vivent de nos jours, se trouvent les premières traces certaines de Coléoptères (1).

Les Diptères et les Hyménoptères apparaissent dans le lias ; quant aux Lépidoptères, on ne les rencontre que beaucoup plus tard, dans les dépôts d'eau douce du jurassique moyen.

Il est remarquable de constater que les débris de Coléoptères qu'on a recueillis dans le trias, (*Curculionites prodomus*, à Vaduze, (*Allemagne*), soient déjà des Rhynchophores ; ce type d'Insecte étant l'un de ceux que nous considérons comme les plus modifiés par l'adaptation.

Mais c'est surtout dans le lias de Schambelen, en Argovie, que les Coléoptères sont abondants ; plus de 110 espèces ont été signalées par M. Heer ; ce sont surtout des Buprestides, des Byrrhides et des Chrysomélides. Les eaux étaient déjà habitées par des *Gyrinites* et des *Hydrophilites*, ce qui fait supposer l'existence du type clavicérien (2). Enfin les Coléoptères carnassiers étaient déjà représentés par les *Calosoma* et les *Carabites*.

Quoi qu'il en soit, il convient aussi de remarquer que certaines familles ne sont pas encore représentées, tels sont, par exemple, les Cérambycides et les Coccinellides, ainsi que la plupart des Xylophages. L'existence des Diptères est douteuse ; quant aux Hyménoptères, ils ne sont représentés, à Schambelen, que par quelques rares fragments d'ailes.

A l'époque jurassique, la faune entomologique des célèbres calcaires lithographiques de Solenhofen nous montre que l'ordre des Coléoptères se complète ; on y trouve des Coccinellides et un grand nombre d'Hétéromères. Les Hémiptères et les Névroptères ont de nombreux représentants ; les Diptères sont devenus communs, ce sont surtout des Tipulides. Oppenheim, en 1885, a fait connaître plusieurs Papillons du jurassique moyen et du jurassique supérieur. Enfin M. Geinitz a observé, dans les grès verts de Saxe, des morceaux de bois perforés qui lui paraissent attester la présence des Cérambycides à l'époque crétacée.

(1) Ch. Brongniart pense que les Coléoptères décrits par Buckland et Prestwich dans les terrains houillers de l'Angleterre sont très problématiques (*Ann. géol.* V. p. 1020) ; toutefois Dathe (1885) a réellement découvert, dans le culm carbonifère de Silésie, des *élytres*, très bien conservés, qui paraissent avoir appartenu à des Coléoptères voisins des Carabiques et à des Ténébrionides (*Ann. geol.* 1888. p. 726).

(2) C. Houlbert. — Phylogénie, p. 106.

En résumé, l'évolution des Insectes, pendant la durée de l'ère mésozoïque, montre que les vrais Orthoptères ont remplacé les Orthoptéroïdes des temps primaires ; les Hémiptères et les Névroptères vrais ont succédé aux formes ambiguës de l'époque houillère ; les Insectes sont de plus en plus nombreux. Cependant, tous les ordres ne sont pas également représentés, et c'est toujours le type des Insectes broyeurs qui domine, *Coléoptères*, *Névroptères*, *Orthoptères*. Ceux qui vivent plus spécialement sur les fleurs, comme les Abeilles et les Papillons, n'ont fourni que de très rares débris, ce qui laisse à penser que le groupe des plantes à fleurs devait être encore peu développé ; petit à petit, les Insectes à métamorphoses incomplètes sont remplacées par des holométaboliens véritables, mais c'est dans le tertiaire surtout que les différents ordres acquerront la diversité et la perfection qui caractérisent la faune actuelle.

3° INSECTES DES TEMPS TERTIAIRES

L'ère mésozoïque vient de nous montrer un perfectionnement très notable de la faune entomologique ; mais, c'est dans le cours des temps tertiaires (*ère néozoïque*) que va s'achever cette évolution et que vont apparaître, en grand nombre, les Insectes à métamorphoses complètes, qui jusqu'à présent avaient été pauvrement représentés. Aux groupes carnassiers et phytophages, qui vivaient pendant les temps secondaires, s'ajoutent des formes qui recherchent plus spécialement le suc des fleurs et les aliments liquides, les Papillons deviennent plus abondants (Fig. 173).



Fig. 173. — *Neorinopsis sepulta*, papillon fossile de l'époque tertiaire (d'ap. Boisduval).

L'ordre des Coléoptères est toujours nombreux et prédominant ; et, si on se rapporte aux documents fournis par les lignites oligocènes du Siebengebirge, on voit qu'ils représentent, à peu près, la moitié de la faune entomologique de cette époque. Mais, dans la grande formation lacustre d'Œningen (*miocène*), dont la faune est la mieux connue de toutes, sur 5.081 échantillons d'Insectes recueillis par M. Herr, 2.456 appartiennent à l'ordre des Coléoptères ; comme dans la nature, les Rhynchophores sont déjà en grande majorité (Fig. 174).

Parmi les gisements fossilifères de l'époque néozoïque, l'un des plus intéressants est certainement l'*ambre jaune* des côtes de la mer Baltique.

L'ambre, que l'on désigne encore sous le nom de *succin*, est, comme on le sait, une résine fossile produite par les immenses forêts de Conifères qui couvraient, à l'époque oligocène, la Finlande et la Scandinavie. De nombreux Insectes, englués par cette résine, alors que, fluide, elle s'écoulait des arbres, s'y sont admirablement conservés. Nous représentons ici, à titre d'exemple, une très curieuse larve de Myrméléonide (*Ascalaphus?*) qui nous a été récemment communiquée par M. le Dr R. Klebs, de Königsberg (Fig. 175).

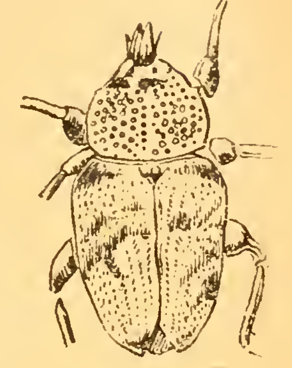


Fig. 174. — Coléoptère fossile de l'époque tertiaire *Hipporhinus Heeri* Oust. (d'ap. OUSTALET)

En France, les gypses d'Aix, en Provence, ont fourni, en 1838, à M. le comte de Saporta, le premier exemplaire à peu près complet d'un papillon fossile (1) : le (*Néorinopsis sepulta*, Nymphalidé) (Fig. 173) ; à côté des Phalénides, on trouvait des *Cossus*, des *Zygènes*, des *Sésies* et des chenilles de *Satyrides*; mais, sauf *Pontia*, les Rhopalocères sont presque tous des genres éteints ; de même, les travertins de Sézanne (Marne), dont la faune a été si habilement reconstituée par M. Munier-Chalmas, ont fourni de nombreux exemplaires d'Insectes. Les marnes de Florissant (Colorado-Amérique), ont fourni des empreintes tellement bien conservées qu'on peut distinguer les dessins formés par les écailles des ailes.

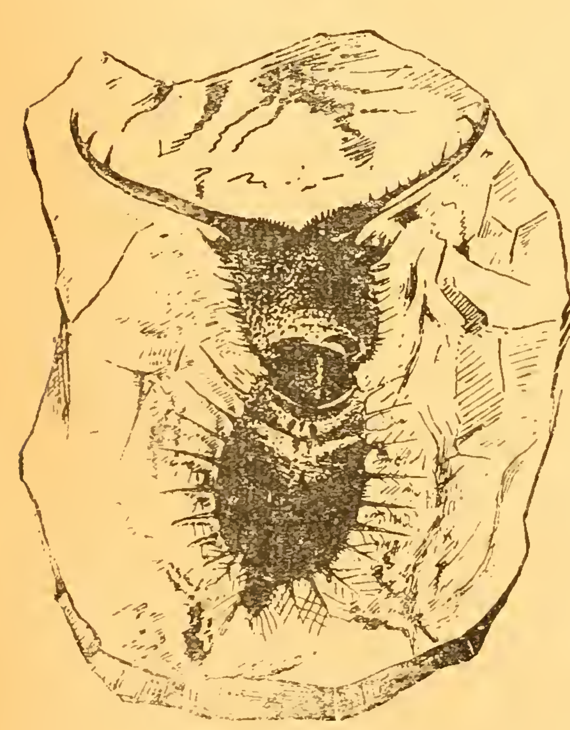


Fig. 175. — Larve de Myrméléonide (*Néropt.*) découverte dans l'ambre de la Baltique, par M. le Prof. Klebs (d'après une photographie de l'auteur).

(1) Le *Sphinx Snelleni*, des schistes lithographiques de Solenhofen (*lias*), n'est, en effet, représenté que par un fragment de trompe enroulée.

En résumé, les données fournies par la paléontologie, bien que très incomplètes, permettent d'établir, ainsi qu'il suit, la généalogie des hexapodes.

Les Insectes, au début, étaient tous des Palæodictyoptères, et de ce premier phylum sont sortis, tout d'abord, les Névroptères et les Orthoptères. Un rameau détaché des Orthoptères, vers la fin des temps paléozoïques, aurait donné naissance aux Coléoptères, tandis que les Hyménoptères et les Hémiptères seraient issus des Névroptères. Quant aux Lépidoptères, ils dériveraient des Phryganides (*Névroptères*), qui les ont précédés dans le cours des temps secondaires. Les Diptères seraient ensuite descendus des Hémiptères, par modification des pièces de la bouche et par atrophie des ailes postérieures.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les conclusions que l'on peut formuler aujourd'hui sur l'évolution des Insectes dans le cours des temps géologiques. Le tableau suivant, complétera, pour les détails, un certain nombre de points, sur lesquels il nous a été impossible de nous étendre ici.

DISTRIBUTION DES INSECTES AUX DIFFÉRENTES ÉPOQUES GÉOLOGIQUES

(L'épaisseur du trait correspond à la marche présumée de l'évolution).

ÈRES		ARCHIPTÉROÏDES			HYMÉNOPTÉROÏDES		TRICHOPTÉROÏDES		ORTHOPTÉROÏDES					HÉMIPTÉROÏDES		
		Sialidés	*Éphémérides*	*Odonates*	*Panorpidés*	*Hyménoptères*	*Trichoptérides*	*Lépidoptères*	*Thysanoures*	*Dermatoptères*	*Blattides*	*Orthoptères*	*Coléoptères*	*Hémiptères (holoptères)*	*Hémiptères (hétéroptères)*	*Diptères*
QUATERNAIRE	Actuelle															
	Pléistocène															
TERTIAIRE (*Néozoïque*)	Pliocène															
	Miocène															
	Oligocène															
	Eocène															
SECONDAIRE (*Mésozoïque*)	Crétacé															
	Jurassique															
	Lias															
	Triasique															
PRIMAIRE (*Paléozoïque*)	Permien															
	Carbonifère															
	Dévonien															
	Silurien	PALÆONEUROPTÈRES							PALÆORTHOPTÈRES					PALÆOHÉMIPTÈRES		
	Précambrien															
		PALÆODICTYOPTÈRES														

CHAPITRE II

MOYENS DE DÉFENSE CHEZ LES INSECTES

De tous temps, les couleurs brillantes des Insectes, les formes si variées et parfois si bizarres qu'ils présentent, ont excité un vif sentiment d'admiration chez les naturalistes ; toutefois, les anciens entomologistes n'accordaient qu'un simple intérêt de curiosité à ces phénomènes, et il a fallu bien des siècles avant que les hommes osassent se demander quelle était la raison d'être de cette diversité infinie.

La réponse à cette question, qui nous paraît si naturelle aujourd'hui, commence à sortir lentement de son obscurité.

Il y a quelque cinquante ans, à la suite de notre grand Lamarck, le célèbre naturaliste anglais Ch. Darwin a nettement posé les conditions du problème, en montrant que les causes primordiales, qui ont autrefois déterminé ces merveilleuses variations, étaient les mêmes que celles qui agissent de nos jours : en première ligne, *la lutte pour l'existence.* Qu'il le veuille ou non, aucun animal n'échappe à cette obligation ; les mieux armés survivent et se reproduisent, transmettant leurs qualités à leurs descendants ; quant aux plus faibles, ils disparaissent : c'est la loi de *sélection naturelle.*

Nous n'avons pas à étudier ici suivant quelles moda-

lités multiples s'exerce la sélection naturelle chez les Insectes ; nous nous bornerons à enregistrer des faits, et nous verrons plus tard s'il est possible d'en donner une explication rationnelle.

Les Insectes, cela n'est nullement douteux, ont à se défendre contre de nombreux ennemis : les oiseaux, les parasites, et une foule d'autres animaux insectivores. Or, ils auront d'autant plus de chances d'être épargnés, qu'ils seront *mieux protégés mécaniquement* ou *plus difficiles à découvrir*. Beaucoup d'entre eux, en effet, ont acquis des ressemblances très frappantes avec les objets les plus divers. Les uns ressemblent à des feuilles vertes (*Phyllies*) (Fig. 176), ou sèches; d'autres à des branches mortes, à des fragments de lichen, à des fleurs, à des excréments d'oiseaux et même à d'autres insectes vivants.

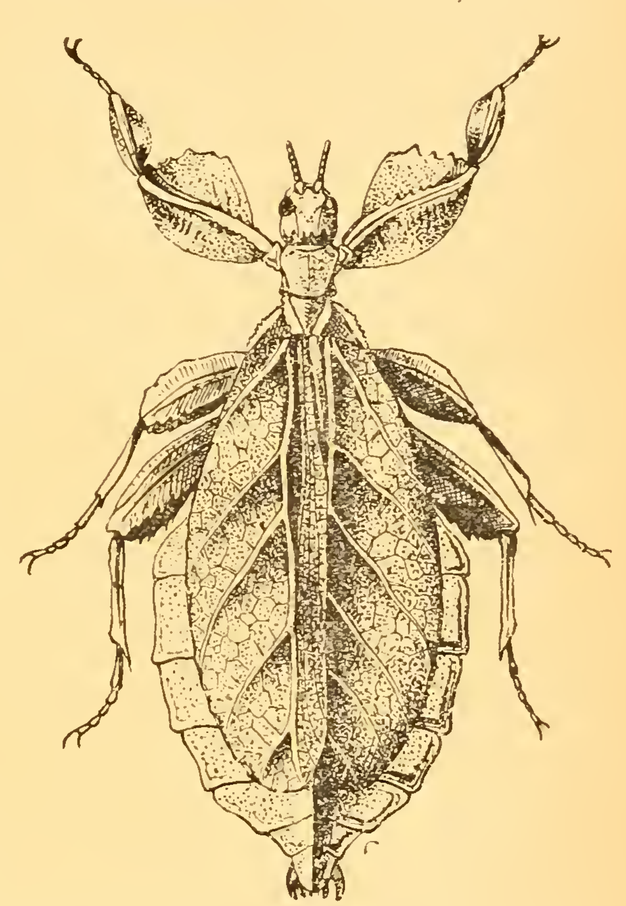


Fig. 176. — La Phyllie feuille sèche (*Orthopt.*), exemple de mimétisme (d'après DUMÉRIL).

Dans certains cas, l'imitation se borne à la couleur (*homochromie*), mais elle peut parfois s'étendre à la forme et même aux attitudes : c'est alors le *mimétisme* proprement dit. La ressemblance est quelquefois si

parfaite que les animaux — comme nous-mêmes — peuvent y être trompés ; les remarquables expériences de Poulton et Sanders ne laissent aucun doute à ce sujet (1).

Toutes ces variations, qui paraissaient inexplicables il y a trente ans, sont donc, en réalité, des attributs de défense naturels et, comme le dit excellemment M. Cuénot, « l'étude de ces moyens de défense constitue l'un des chapitres les plus intéressants de la biologie ».

Il est hors de doute que toute variation, tendant à dissimuler l'Insecte, contribuera à assurer sa conservation et cela, d'une façon d'autant plus efficace, que la ressemblance sera plus parfaite.

Les procédés de défense les plus répandus chez les Insectes peuvent être rapportés à trois catégories :

1° Si l'Insecte n'a été pourvu d'aucune arme défensive, il a alors tout intérêt à éviter l'attaque et à passer le plus possible inaperçu ; il y arrive de trois manières : soit en menant une vie cachée (*hypogéisme*) ; soit en se confondant avec le milieu qui l'entoure (*homochromie*) ; soit enfin en imitant d'autres insectes bien défendus « de façon à profiter de la confusion et à être laissé de côté » : c'est là le *mimétisme*, au sens le plus restreint de ce mot.

2° Lorsque l'Insecte est pourvu de moyens de défense mécaniques (*carapace*, *épines*, *poils rigides*, *vol rapide*) ou physiologiques (*liquides caustiques* ou *odorants*, *lumière*, etc.), qui lui permettent de moins redouter les attaques de ses ennemis, alors il ne craint pas d'être vu et il vit à la surface du sol ou sur les plantes : c'est le cas de la plupart des Coléoptères (*Coccinellides*),

(1) Poultone et Sanders (C. B.). — *Rep. of Meeting. brit. Assoc.* Bristol, 1898 p. 906-909.

des Hémiptères, d'un grand nombre d'Hyménoptères, etc.

3° Enfin quelquefois, l'Insecte, imparfaitement protégé, trouve, inconsciemment bien entendu, dans l'association avec un autre insecte ou un animal quelconque, la sécurité qui lui manque, en même temps qu'une table assurée (*parasitisme*).

Nous nous occuperons seulement ici, avec quelques détails, de l'*homochromie* et du *mimétisme* proprement dit.

Homochromie.— Tout le monde sait que, chez un grand nombre d'animaux, la couleur dominante du corps se rapproche beaucoup de celle du milieu où ils vivent ; c'est là un moyen de défense, purement passif, acquis par adaption au cours de longs siècles, et qui souvent peut atteindre un très haut degré de perfection.

L'homochromie mimétique, cela se conçoit facilement, aura pour l'Insecte son maximum d'utilité, non seulement lorsqu'elle s'harmonisera avec la teinte générale environnante, mais surtout lorsqu'elle s'étendra, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, à la copie exacte des particularités de la surface et de la coloration (nervure des feuilles, écorce des arbres, brindilles de bois). Ce phénomène est trop général chez les animaux, et particulièrement chez les Insectes, pour qu'on ne lui reconnaisse pas une haute signification, au point de vue de la conservation des espèces.

Cependant l'homochromie n'est pas uniquement une propriété défensive ; elle peut être aussi quelquefois *offensive* ; certains Insectes, en effet, s'ils sont dissimulés par une coloration suffisamment parfaite, peuvent en profiter pour approcher plus facilement leurs proies sans en être aperçus.

Mimétisme.. — Mimétisme veut dire faculté d'imiter ; mais, avec le sens précis qu'on lui réserve aujourd'hui, cette expression s'applique, plus spécialement, aux homologies de forme et d'attitude.

Le mimétisme, comme son nom l'indique, ne comprend pas seulement la couleur, mais encore tout ce qui a trait à la forme extérieure des objets ; l'Insecte ne se contente plus de s'harmoniser, comme coloration, avec le milieu ambiant, mais il imite, il *mime*

(d'où le nom de mimétisme), une autre espèce très bien armée au point de vue de la défense ; le résultat de cette adaptation est facile à saisir ; l'espèce *mimante*, quoique inoffensive et comestible, sera généralement délaissée par ses ennemis, qui la confondront avec l'espèce mimée « dont le goût est souvent rebutant et la cuirasse indigeste ».

De même que l'homochromie, le mimétisme peut être *offensif* ; c'est le cas de certains Insectes qui vivent en parasites, comme par exemple les Volucelles, qui profitent de leur déguisement pour déposer leurs œufs dans les nids des Guêpes et des Bourdons.

Nous allons maintenant étudier brièvement, dans les différents ordres d'Insectes, soit à l'état de larve, soit sous la forme adulte, les procédés de défense mimétique les plus généralement employés (1).

I. INSECTES A MÉTAMORPHOSES GRADUELLES

1° Névroptères. — Ici, les procédés de défense sont très variés ; les Névroptères les plus parfaits de la famille des Odonates ont un vol rapide et très puissant, ce qui leur permet de capturer leurs proies et en même temps d'échapper aux poursuites de leurs ennemis. Tout le monde a vu ces grandes Libellules, que l'on désigne vulgairement sous le nom de *Demoiselles*, planer au-dessus des eaux et faire la chasse à tous les Insectes plus faibles qu'elles.



Fig. 177.— Fourreau de Phryganide (imité de Siltala).

Dans cet ordre, beaucoup de larves sont aquatiques (ex. : *Phryganes*) et leurs téguments sont mous ; elles se construisent alors, à l'aide de petites coquilles ou de débris végétaux, des fourreaux protecteurs à l'intérieur desquels elles trouvent un abri (Fig. 177). D'autres, celles des Fourmilions, par exemple, s'enfoncent dans le sable, dont elles possèdent la couleur ; d'autres enfin, comme les Termites, trouvent dans l'association, une sécurité que ne possèdent jamais les individus isolés.

2° Orthoptères. — La plupart des Orthoptères étant phytophages vivent sur les arbres, ou à terre parmi les herbes, aussi l'homo chromie est-elle très répandue; tout le monde sait que la grande Sauterelle verte (*Locusta viridissima*) est

(1) En ce qui concerne chaque ordre d'Insectes, ce sujet sera traité avec beaucoup plus de détails dans les volumes spéciaux de l'E. S.

très difficile à apercevoir, lorsqu'elle est immobile sur le feuillage.

La plupart des *Criquets* possèdent la couleur grise des rocailles ou de la terre nue ; ceux des prairies ont toujours la couleur de l'herbe qui les nourrit.

Les *Phasmes*, animaux complètement dépourvus d'arme défensive, se laissent tomber à terre lorsqu'on les inquiète, et ils présentent alors, à s'y méprendre, l'aspect d'un morceau de bois sec. Mais le cas le plus remarquable est celui des Phyllies, dont les élytres élargies, d'un beau vert, reproduisent exactement l'aspect d'une feuille vivante avec ses dents et ses nervures (Fig. 176).

Chez les Mantes, l'homochromie revêt un caractère offensif ; lorsque la Mante prie-Dieu est à l'affût, immobile sur un buisson, les autres Insectes s'approchent d'elle sans défiance, ce qui lui permet de les saisir brusquement avec ses pattes antérieures armées d'épines.

3° Hémiptères. — Ici, les moyens de défense les plus répandus sont d'ordre physiologique ; la plupart des Hémiptères sécrètent des liquides d'odeur désagréable qui suffisent, vraisemblablement, à écarter leurs ennemis ; l'émission de ces liquides se fait certainement sous l'influence de la volonté, car les Punaises des bois, que tout le monde connaît, ne répandent leur mauvaise odeur que lorsqu'on les inquiète.

L'homochromie, à peu près inutile dans ces conditions, est, en effet, peu répandue ; quelques espèces sont même ornées de couleurs voyantes qui tranchent fortement avec celles du milieu environnant.

Un cas très remarquable de mimétisme protecteur est celui du *Réduve masqué*. A l'état de larve et de nymphe, cet Insecte se recouvre de poussière, de flocons de laine ou de toiles d'araignées, au point de devenir méconnaissable. Il faut d'ailleurs éviter sa piqûre avec soin, car elle est douloureuse et fréquemment suivie d'accidents infectieux.

II. INSECTES A MÉTAMORPHOSES COMPLÈTES

1° Coléoptères. — Chez les Coléoptères, ce sont les moyens de défense mécaniques et physiologiques qui sont les plus répandus. Chez presque tous, la cuirasse de chitine est très dure et les protège efficacement. Ceux dont les téguments sont peu résistants comme les *Méloë*, les *Téléphores*, etc., émettent, lorsqu'ils sont inquiétés, des liquides odorants ou caustiques qui rebutent leurs

ennemis. Les deux modes de protection se complètent d'ailleurs tellement, dans cet ordre, qu'au seul aspect d'un Insecte, on pourrait presque dire quels sont ses moyens de défense habituels.

L'homochromie, qui n'est guère utile qu'aux espèces phytophages, se rencontre, en effet, chez un grand nombre de Curculionides, dont les élytres copient la couleur des écorces. Mais le cas le plus remarquable est celui d'un grand Péricalide de Java, le *Mormolyce phyllodes*, qui vit sous les troncs d'arbres renversés, et dont les élytres ressemblent à des feuilles mortes.

2° Hyménoptères. — Le mimétisme est peu répandu parmi les Hyménoptères, qui sont, pour la plupart, admirablement armés avec leur aiguillon et leur appareil venimeux ; les espèces qui ne possèdent pas d'aiguillon mordent avec fureur et peuvent lancer un fluide caustique jusqu'à 50 centimètres de distance (*Fourmis*) ; tous ceux qui ont essayé de visiter l'intérieur d'une fourmilière ont pu vérifier ce fait.

En revanche, les larves nues de certains Hyménoptères (*Abeilles*, *Guêpes*, etc., etc)., assez mal protégées par leurs nids, sont la proie de nombreux ennemis.

Le parasitisme est fréquent, et l'un des cas les plus curieux est celui des *Psythyres*, dont la livrée imite si parfaitement celle des Bourdons, qu'ils peuvent aller et venir au milieu de ceux-ci, vivre sans rien faire aux dépens des provisions communes, et même confier leur descendance aux soins des nourrices de la colonie sans jamais être inquiétés.

3° Lépidoptères. — Ici, les moyens de défense sont tellement variés qu'il est impossible d'en donner une idée, même incomplète. Sous les trois états de chenille, chrysalide et adulte, le mimétisme et l'homochromie se combinent de cent façons différentes.

La plupart du temps, la couleur des chenilles se confond exactement avec celle de la plante nourricière ; d'autres fois, les chenilles portent de longs poils rigides (*Chelonides*), ou sécrètent des liquides âcres, à odeur désagréable (*Zygæna*). Les chrysalides des papillons diurnes sont, en général, suffisamment protégées par leur carapace durcie ; celles des papillons de nuit, ou bien s'abritent dans la terre (*Phalène du Groseiller*), ou bien s'enveloppent d'un cocon de soie dont la couleur se confond avec celle du milieu environnant.

Chez les adultes, ce sont évidemment les phénomènes de coloration protectrice qui sont les plus remarquables ; au repos, 90 0/0 des

Papillons sont tellement bien dissimulés sur le support qu'ils ont choisi, qu'il est extrêmement difficile de les apercevoir. L'exemple le plus parfait que l'on connaisse est celui des grands Nymphalidés malais appartenant au genre *Kallima*, dont les ailes, colorées en dessous comme des feuilles, à divers degrés de dessiccation, sont en outre munies d'une forte nervure médiane. Lorsqu'un de ces beaux Lépidoptères est au repos, sur le côté d'une petite branche d'arbre, il est impossible de le distinguer des feuilles voisines, si l'on n'est pas prévenu.

Les Papillons à couleurs voyantes ne possèdent, ainsi qu'on devait s'y attendre, que des moyens de défense chimiques : c'est un liquide âcre ou à odeur désagréable qu'ils émettent à volonté, tels sont, par exemple, les Héliconides et les Danaïdes des régions tropicales ; il paraît que ces magnifiques Insectes n'essayent jamais de se cacher, néanmoins, ils ne sont jamais attaqués par les oiseaux insectivores.

Enfin, quelques Lépidoptères sont protégés par leur ressemblance avec des espèces bien défendues et bien armées, tel est, par exemple, la *Sesie apiforme*, qui mime si parfaitement le gros Frelon qu'on hésite toujours avant de la saisir avec les mains.

4° Diptères. — Chez les Diptères, le mimétisme, quel qu'il soit, revêt surtout un caractère offensif ; la plupart des espèces mimantes sont, en effet, des parasites, ce qui leur permet d'approcher de leur hôte sans attirer son attention et sans l'effrayer.

Limites du mimétisme. — Il ne faudrait pas croire, à la vérité, que les phénomènes si remarquables du *mimétisme* et de l'*homochromie*, puissent suffire à expliquer toutes les particularités de la biologie des Insectes. Si leur rôle est utile et incontestable, il convient cependant de faire quelques réserves ; l'hypothèse darwinienne de la sélection naturelle, si simple et si convaincante en apparence, n'a peut-être pas joué, dans ces phénomènes, le rôle dominant qu'on lui prête : il y a tant de hasards dans la vie des espèces qu'il est difficile de comprendre comment un avantage si mince peut conférer pour toujours, à une espèce donnée, une invulnérabilité presque absolue. M. Charles Oberthür, l'éminent lépidoptéologiste rennais a également fait à ce sujet quelques remarques intéressantes : « Rarement, dit-il, les ennemis naturels des espèces sont trompés par la ressemblance et ils savent très bien découvrir les êtres nécessaires à leur alimentation. »

CHAPITRE III

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES INSECTES

On a constaté, pour les Insectes, le même phénomène que pour tous les autres animaux ; les diverses régions de la terre présentent une faune qui les caractérise en quelque sorte aussi bien que les accidents géographiques.

Or, ce fait n'est pas dû au hasard ; il en faut chercher la raison dans les modifications géologiques qui se sont accomplies à la surface du globe, plus encore que dans les conditions de température, de régime et de locomotion, que l'on considérait autrefois comme prépondérantes.

En ce qui concerne les Insectes remontant à l'époque primaire, et dont l'évolution était déjà, en grande partie, achevée à l'origine des temps secondaires, il faudrait, pour se rendre compte de leur distribution géographique, reconstituer les continents de l'époque paléozoïque.

Ainsi, par exemple, les Coléoptères, les Hémiptères hétéroptères, les Orthoptères eux-mêmes, volent mal et ne se servent pas volontiers de leurs ailes comme moyen de locomotion ; on peut, sous un certain point de vue, les considérer comme des animaux terrestres. En revanche, la plupart des Névroptères, les Lépidoptères, les Hyménoptères, les Diptères, sont franchement aériens comme les Oiseaux, et devraient, ce semble, présenter le même

mode de distribution ; il n'en est rien cependant et voici pourquoi.

La plupart de ces Insectes bons voiliers sont des animaux à métamorphoses ; ils sont astreints à vivre, au moins dans la première phase de leur existence, c'est-à-dire sous la forme de larve, sur une plante déterminée. La propagation d'une espèce ne peut donc se faire qu'en présence de la plante nourricière, ou, tout au plus, en présence « de plantes de la même famille qui peuvent la remplacer ». L'évolution de la faune entomologique est donc le plus souvent, sous la dépendance immédiate de la flore, ce qui diminue considérablement au point de vue des migrations, l'avantage que possèdent les Insectes aériens sur les Insectes terrestres.

Il est bien certain que les Lépidoptères, par exemple, dont les chenilles sont presque exclusivement végétariennes, émigrent moins facilement que les Libellules, qui se nourrissent d'Insectes, et dont les larves vivent dans les eaux douces. Partout, en effet, où existe le moindre cours d'eau, les Libellules pourront fonder de nouvelles colonies.

I. INSECTES MAUVAIS VOILIERS

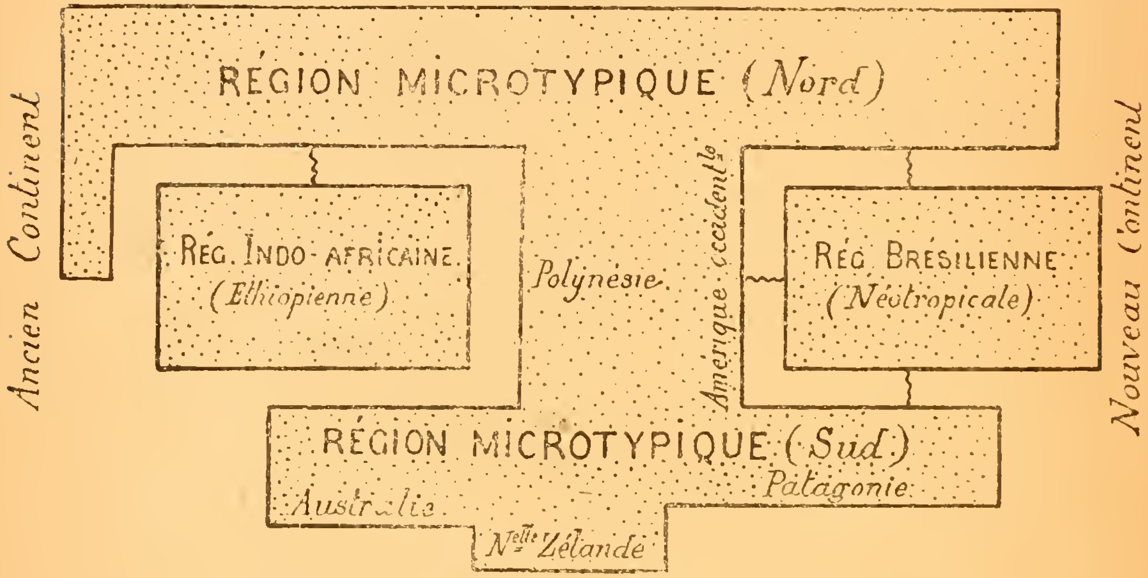
La distribution géographique des Insectes qui volent mal ou volent très peu, se fait d'après les mêmes lois que celles des animaux terrestres. Sous ce rapport, ce sont les Coléoptères qui sont les mieux connus, et tout ce qui va suivre s'appliquera presque exclusivement à cet ordre d'Insectes.

Les mœurs et le mode de nutrition sont pourtant très variés dans ce groupe ; à côté des Carabiques, qui sont surtout des Insectes marcheurs, nous trouvons les Dytiscides et les Hydrophilides qui vivent dans l'eau, tandis que certains Longicornes, comme les *Leptura*, « volent de fleur en fleur et sont presque aussi aériens que les Pa-

pillons. » Dans certaines circonstances, les *Leptura* peuvent donc être aussi transportés par le vent ; il en résulte que, sous le rapport géonémique, les Carabiques et les Hydrocanthares, dont les larves sont d'ailleurs carnassières, pourront bien mieux servir à caractériser une région que les Lamellicornes, les Longicornes, et, d'une manière générale, que tous les Coléoptères dont les larves sont phytophages.

Il est vrai cependant que ces larves peuvent être transportées par les bois flottés ; mais, ainsi que le fait très judicieusement remarquer

RÉGION ARCTIQUE (PAUVRE EN COLÉOPTÈRES)



RÉGION ANTARCTIQUE (PAUVRE EN COLÉOPTÈRES)

Fig. 178. — Schéma des régions entomologiques terrestres (d'après E. L. TROUESSART).

M. le Dr Trouessart, « nous ignorons encore jusqu'à quel point les larves, sorties des œufs pondus par ces immigrants, ont pu s'accommoder des essences forestières que leur fournissent la nouvelle patrie. »

Quoi qu'il en soit, le naturaliste anglais A. Murray admet, pour les Coléoptères, trois grands centres primitifs de dispersion, qui correspondent sensiblement aux trois régions suivantes à la surface du globe :

1° Région indo-africaine ou éthiopienne.

2° Région brésilienne ou néotropicale.

3° Région microtypique, s'étendant très loin vers les deux pôles, et ainsi nommée à cause de la petite taille de ses représentants, comparés à ceux des deux autres régions. Le tableau qui précède

(Fig. 178) permet de donner une notion assez précise des idées de Murray.

En examinant ce tableau, on est immédiatement frappé par l'analogie qui existe entre la faune de la zone tempérée australe et celle de la zone tempérée boréale. Ce fait, en opposition absolue avec les résultats fournis par l'étude des Vertébrés, nous améne encore à cette conclusion déjà formulée : c'est que l'évolution du type Coléoptère était, vraisemblablement, déjà achevée tout à fait au début de l'époque mésozoïque.

Il est certain que, pendant l'ère primaire, les zones climatériques étaient très étendues et peu différenciées ; les Insectes, trouvant partout les mêmes conditions d'existence, devaient avoir une répartition géographique très vaste et à peu près uniforme. Mais, lorsqu'au cours des temps secondaires, les mers jurassiques envahirent les régions équatoriales, elles isolèrent, dans les différentes régions du globe, des faunes localisées ayant cependant une origine et un fonds d'espèces communs.

Ces considérations, beaucoup mieux que la supposition d'une migration lente et progressive le long de la chaîne des Andes, permettent de comprendre pourquoi les genres *Carabus*, *Asida*, *Helops*, *Opatrum*, peuvent s'observer dans l'Amérique australe, alors que leurs représentants sont beaucoup moins nombreux dans l'Amérique du Nord.

Parmi les Coléoptères, la grande division des Carabidés peut être considérée comme caractéristique de la région paléarctique. Cette région possède, en effet, à elle seule, plus de 30 0/0 des espèces connues, et c'est là qu'on rencontre exclusivement les types de grande taille, tels que *Procerus* et *Procrustes*.

Le genre *Damaster* est spécial à l'archipel du Japon ; les genres *Anthia* et *Graphipterus* sont, en quelque sorte, particuliers à la région éthiopienne ; *Agra* caractérise la région brésilienne : mais, déjà plus au sud, dans les Andes du Chili, se trouve le curieux genre *Antarctia*, qui représente, dans ces régions, les *Amara* de la faune paléarctique.

II. INSECTES BONS VOILIERS

Ainsi qu'on devait s'y attendre, la distribution géographique de ces Insectes présente une certaine analogie avec celle des Oiseaux.

1° Lépidoptères. — Les renseignements suivants, empruntés à l'excellent ouvrage de M. le Dr Trouessart, donneront une première indication sur les principaux centres de dispersion des Lépidoptères à la surface du globe.

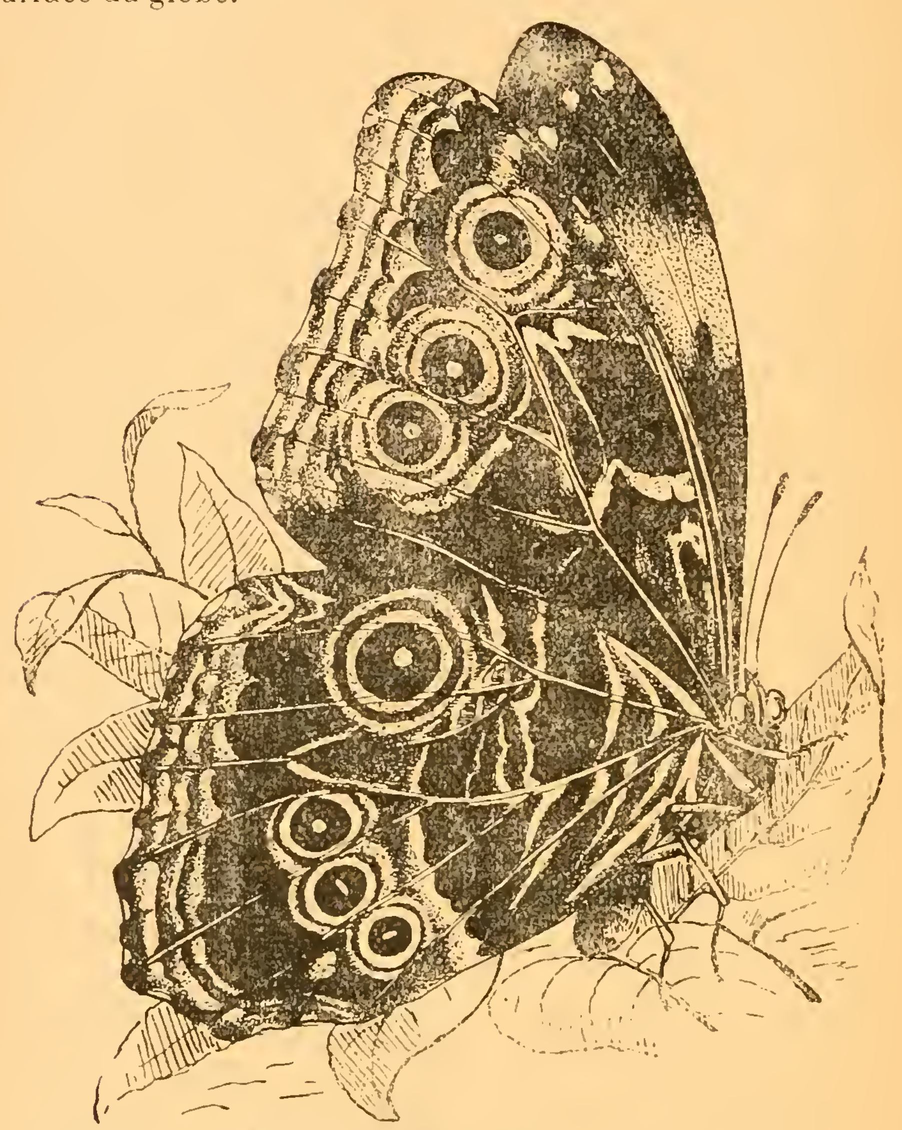


Fig. 179. — *Morpho Achilles* Cram. (Guyane.) D'après un échantillon de la collection de M. Charles Oberthür (imité de E. Trouessart).

a. — La Région européenne est caractérisée par les genres *Argynis*, *Melitæa*, *Lycæna*, etc.

b. — La Région indienne paraît être la patrie des grands Ornithoptères et des Parnassiens.

c. — La Région américaine renferme, avec les genres *Papilio*, des Héliconides et des Nymphalides de grande taille (Fig. 179).

Bien entendu, ces diverses régions empiètent souvent les unes sur les autres, et il est absolument impossible d'établir entre elles une limite précise.

2° Névroptères. — Les Odonates, dont le vol est très puissant, se rencontrent dans presque toutes les parties du monde ; toutefois, les genres *Libellula* et *Æschna* paraissent manquer dans les îles de la Polynésie et à la Nouvelle-Zélande, où ils sont représentés par les Cordulines. En revanche, les *Agrionides* sont absolument cosmopolites.

3° Orthoptères. — D'après M. I. Bolivar, le savant professeur de l'Université de Madrid, si on laisse de côté les espèces émigrantes (*Pachytilus*, *Acridium*), qui sont seules capables d'un vol soutenu, la distribution géographique des Orthoptères aurait les plus grandes analogies avec celle des Coléoptères. Il y a, en effet, dans ce groupe, des genres à allure lente, tels que les Mantes, les Phasmes, qui ne se déplacent pas plus que les Insectes terrestres les plus franchement sédentaires.

L'étude des autres familles nous permettrait de faire des constatations identiques, mais ce sujet sera traité avec tous les développements qu'il comporte, dans les volumes spéciaux de cette collection.

CHAPITRE IV

ROLE ÉCONOMIQUE DES INSECTES

De tous temps, les animaux ont été associés aux divers épisodes de la vie de l'homme et on les voit fréquemment apparaître dans les légendes qui constituent la primitive histoire des nations les plus anciennes.

I° LES INSECTES ET LES RELIGIONS ANTIQUES

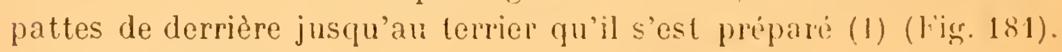
De tous les Insectes, celui qui a joué le plus grand rôle dans l'antiquité est le Scarabée sacré (*Ateuchus sacer*), que les Égyptiens vénéraient, et qu'ils ont représenté sous les aspects les plus variés (Fig. 180).



Fig. 180. — Le Scarabée sacré (*Ateuchus sacer*), Coléoptère de la famille des Lamellicornes (d'ap. nat.)

Ce gros Coléoptère, de couleur noire, que l'on rencontre çà et là dans le Midi de la France, appartient à la famille des Lamellicornes ; son corps arrondi et convexe mesure trois centimètres de longueur environ ; la tête élargie porte généralement deux tubercules et présente, en avant, six dents plus ou moins développées.

On rencontre toujours le Scarabée dans les endroits chauds et sablonneux ; il recherche les excréments des herbivores pour confectionner les curieuses boules dont il fait provision pour les temps de disette, et qu'au prix des plus grands efforts, il roule avec ses pattes de derrière jusqu'au terrier qu'il s'est préparé (1) (Fig. 181).



(1) D'où les noms de *Roule-boule* et de *Pilulaires*, qu'on donne encore aux Coléoptères qui, comme le Scarabée, composent leurs boules avec des matières stercoraires

Tant de particularités bizarres devaient attirer l'attention. « Messagers du printemps, dit Latreille (1), annonçant par leur reproduction le renouvellement de la nature ; remarquables par le singulier instinct qui leur apprend à réunir les excréments en manière de corps sphériques qui doivent renfermer les germes de leur race, occupés sans cesse, comme le Sisyphe de la mythologie, à faire rouler ces corps, ces animaux parurent offrir aux prêtres égyptiens l'emblème des travaux d'Osiris et du Soleil. »

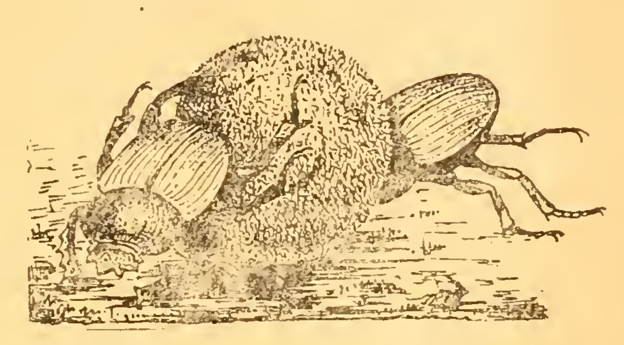


Fig. 181. — Deux Scarabées roulant leur boule.

Comme ces Insectes ne diffèrent presque pas entre eux, et que mâle et femelle prennent une part égale aux travaux nécessaires à la conservation de la race, les Égyptiens, les croyant tous du sexe masculin, imaginaient, pour le Scarabée, la génération spontanée. « Il n'est ni engendré ni porté dans le corps d'une femelle, dit Hor-Apollon ; lorsqu'il veut procréer, il prend de la fiente de bœuf et lui donne la forme du monde ; il la roule avec ses pattes de derrière, du levant au couchant, et se retourne ensuite vers le levant. Il dépose ensuite sa boule dans la terre où elle reste pendant 28 jours, temps pendant lequel la race des Scarabées prend la vie. Le 29e jour il ouvre sa boule et la jette dans l'eau, les animaux en sortent, ce sont les Scarabées. »

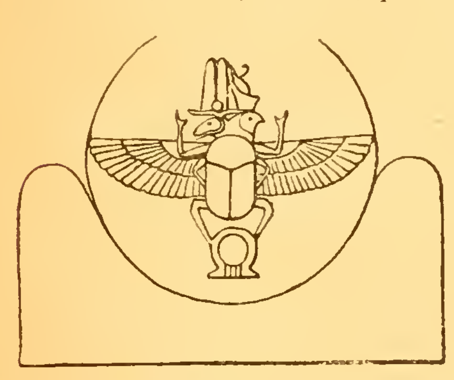


Fig. 182. — Motif ornant la frise du grand temple d'Edfou (d'après H. Boussac. *Le Naturaliste*, p. 150.)

Les Égyptiens disaient encore que le Scarabée a trente doigts, représentant les 30 jours du mois ; ils entendaient par là les articles des tarses ; mais ici, l'observation n'est pas exacte, attendu que les *Ateuchus* (Fig. 180) n'ont jamais de tarses aux pattes antérieures.

Les Égyptiens vénéraient, en réalité, quatre espèces distinctes de

(1) Latreille (P. A.). — 2. T. V. p. 251.

Coléoptères coprophages, l'*Ateuchus sacré*, l'*A. égyptien*, d'un vert doré magnifique ; un *Géotrupe* (Scarabée bicorne) et un *Copris*, ces deux derniers, il est vrai, présentent des tarses de cinq articles à tous les tarses.

Les anciens attribuaient également au *Scarabée pilulaire* un grand nombre de propriétés médicinales. Pline recommande notamment, contre les maux d'oreilles, de placer sur le corps, soit comme amulette, soit à l'état d'onguent, l'un de ces Insectes. De nos jours, paraît-il, ce remède est encore en usage ; et, dans la Haute-Égypte, les mères suspendent, au cou de leurs enfants, un Scarabée vivant, enveloppé dans un petit sac de toile (1).



Fig. 183. — La tête du dieu Khépra (d'après H. Boussac).

Les légendes concernant les Insectes sont tellement nombreuses qu'il nous est impossible de les rapporter toutes ici ; d'ailleurs, aucun autre Insecte n'a jamais joué, dans la vie politique et religieuse d'une nation, un rôle aussi important que le Scarabée sacré dans l'ancienne Égypte (Fig. 182 et 183).

IIº INSECTES OBJETS DE LUXE ET DE PARURE

De tout temps, les Insectes ont fourni à la bijouterie des modèles nombreux et variés ; très souvent même on est parvenu à les imiter avec une grande perfection.

Mais la mode, capricieuse, ne s'est pas toujours contentée de ces imitations plus ou moins heureuses. Il était du meilleur ton, il y a une soixantaine d'années, d'employer les Insectes aux reflets métalliques pour rehausser l'éclat des coiffures de bal ; cette mode ne s'est pas généralisée à cause des dépenses considérables qu'elle occasionnait. On employait alors, en effet, quelquefois, ces magnifiques papillons bleus de la Guyane : *Morpho Rethenor* ou *M. Cypris*,

(1) H. Boussac. — Le *Scarabée sacré*. — Le Naturaliste, 1905, p. 136-149

dont un seul échantillon ne valait pas moins de 250 francs. Les commerçants *naturalistes* de cette époque étaient assez habiles pour donner à ces coûteux hochets un peu de solidité, en étendant sur les ailes un vernis transparent à la gomme laque. « Dans cet état, dit le Dr Boisduval, s'il ne lui arrivait aucun accident, il pouvait servir pour deux ou trois soirées. »

D'autres Papillons du Brésil, plus communs, et par conséquent moins coûteux, étaient également recherchés, les *Chloripрe Laurentia* et *cyanea*, notamment, eurent leurs heures de grande faveur; enfin un Lycænide indigène très élégant, le *Polyommate* de la Verge d'Or (*Polyommatus Virgaureæ*), n'était pas non plus dédaigné.

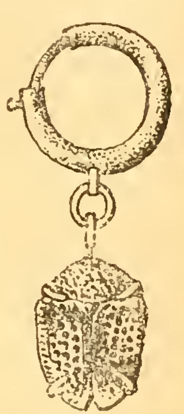


Fig. 184. — Casside sertie dans un cadre métallique et formant pendeloque.

En même temps que les Papillons, les Coléoptères eurent aussi très souvent les honneurs de la mode. Une sorte de petit Hanneton aux élytres bleus, *Hoplia cærulea*, commun dans le centre de la France, se vend quelquefois par milliers ; mais les brillantes espèces exotiques, telles que *Chrysochroa divittata*, *Julodis equisignata* d'Asie, sont toujours plus recherchées malgré leur prix élevé.

Une belle espèce de Curculionide américain, *Præpodes regalis*, ainsi qu'une Casside, (*Desmánota variolosa*), grâce à leurs téguments très solides, sont fréquemment montés en broches, en boutons et en épingles de cravates (Fig. 184). Les Indiens de la région du Rio-Napo confectionnent encore d'élégantes pendeloques avec les grands Buprestes américains ou même seulement avec leurs élytres.

IIIo INSECTES UTILES A L'ALIMENTATION

Au point de vue de l'alimentation, cela est hors de doute, l'homme dit civilisé ne tire aucun parti des Insectes. Sous ce rapport, les anciens étaient plus pratiques que nous ; il en est de même encore, actuellement d'un certain nombre de peuplades, que nous considérons comme sauvages, et chez lesquelles les Insectes, ou leurs larves, sont fort en honneur au point de vue culinaire.

Et de fait, pourquoi un Insecte serait-il inférieur à un Crabe ? Ils

appartiennent tous les deux au groupe des Arthropodes et, incontestablement, le régime ordinairement végétarien de l'Insecte est toujours beaucoup plus « raffiné » que celui du Crabe.

Il n'y a donc là qu'une question de préjugé, qui se dissipera sans doute un jour. Il y a plus de cinquante ans, un savant médecin français, le Dr Virey, membre de l'Institut, après avoir étudié scientifiquement la question, arrivait déjà nettement à cette conclusion : « L'homme *peut* manger des Insectes ; rien dans son organisation anatomique ni dans ses fonctions ne s'y oppose. »

Dans presque tous les groupes d'Insectes se trouvent des espèces qui peuvent être utilisées au point de vue alimentaire.

1° *Manne.* — Les légendes bibliques rapportent que, dans leur fuite à travers le désert, les Israélites vivaient d'une sorte de manne « tombée du ciel ». Or, cette substance n'était autre chose qu'une exsudation sucrée, produite par le *Tamarix mannifera*, à la suite de la piqûre d'un hémiptère (*Chermes manniparus*). Cette substance, fluide pendant le jour, à cause de la chaleur du soleil, tombait en gouttelettes sur le sable. Elle se solidifiait pendant la nuit, ce qui explique pourquoi « elle apparaissait le matin comme la rosée, sous forme de grains menus, semblables à de la gelée blanche. » Chaque Israélite avait le droit d'en recueillir un *gomor* (environ 2 litres), car « elle disparaissait aussitôt que le sol était échauffé par les rayons du soleil. » (Moïse, *Exode*, XVI).

Le même Tamarix, le même Kermès, existent toujours en Arabie ; la sécrétion produite par la piqûre de l'Insecte se produit toujours comme au temps de Moïse, mais les habitants, mieux pourvus d'aliments, n'en font plus aucun usage aujourd'hui.

2° *Orthoptères* — De toute antiquité, les Orthoptères ont joué un rôle important dans l'alimentation des peuples de l'Orient. Moïse permettait aux Hébreux de manger quatre espèces de Sauterelles : Arbé, Solam, Chagal et Slargol (*Lévitique*, X, chap. 21). Voici les caractères qu'il leur assignait : « Slargol a une bosse et une queue ; Chagal, une bosse et pas de queue ; Solam, une queue, pas de bosse ; Arbé, ni queue ni bosse ». On reconnaît là, très nettement, quelques-uns des plus grands *Pamphagides* syriens ; quant à la queue, c'est purement et simplement l'oviscapte des femelles.

Les anciens Grecs, si raffinés en toutes choses, ne dédaignèrent pas d'utiliser les Orthoptères. Aristophane nous apprend que les Béotiens apportaient, au marché d'Athènes, des Sauterelles qui figu-

raient ensuite avec honneur sur les tables ; un auteur grec a même composé un traité de l'acridophagie. D'après la lecture de cet ouvrage, M. Daguin croit pouvoir affirmer que « les Arabes, les Lybiens, les Mauritaniens, les Éthiopiens, les Abyssins, etc., qui, de nos jours, sont encore de grands amateurs de Sauterelles », peuvent être considérés comme les descendants directs des acridophages de l'antiquité.

Voici, d'après Diodore de Sicile, le procédé qui était usité pour la préparation des Sauterelles chez les Éthiopiens : « Comme leur pays est riche en sel, ils en saupoudrent les Sauterelles, tant pour les rendre plus savoureuses, que pour les conserver plus longtemps, jusqu'au retour de la saison qui en ramène d'autres. »

Actuellement, en Palestine, on frit les Sauterelles dans l'huile de sésame ; dans l'Arabie Pétrée, on en fait une farine après les avoir desséchées au soleil ; en Abyssinie, on les grille légèrement. Les Arabes d'Algérie les préparent comme nous le faisons pour les crevettes, en les faisant simplement bouillir dans l'eau salée ; ils recueillent et préparent les Criquets, non seulement pour leur usage personnel, mais pour en faire le commerce. Au siècle dernier, à Bagdad (Perse), on apportait les Sauterelles par sacs, sur le marché, comme des céréales.

Beaucoup de voyageurs se sont trouvés à l'occasion d'éprouver le goût des Sauterelles ; les avis sont partagés, cela se conçoit ; mais si quelques-uns les apprécient sans enthousiasme, aucun du moins n'en parle avec répugnance.

L'acridophagie se pratique même en France ; je ne sais plus où l'un des plus savants professeurs du Muséum de Paris, M. le Dr Trouessart, raconte que l'une de ses plus grandes surprises, étant enfant, fut de voir, à Poitiers, « des gamins faisant l'école buissonnière » croquer des Sauterelles après leur avoir arraché les grandes pattes de derrière.

3° *Hémiptères.* — Les Hémiptères fournissent peu d'éléments à l'art culinaire ; toutefois, concurremment avec les Sauterelles, les Grecs mangeaient aussi les Cigales (*Cicada plebeja*). Aussi, le compilateur Elien s'indigne-t-il « contre ces Orientaux qui, quoique pourvus de toutes sortes de nourritures exquises, broyaient sous leurs mâchoires ces célestes bestioles consacrées aux Muses ».

Actuellement encore, au Laos, le long des rives du Mékong, les femmes capturent des Cigales à la glu, soit pour leur nourriture,

soit pour les vendre au marché. Enfin, au Mexique, on recueille les œufs de certains Hémiptères aquatiques (*Corixa* et *Notonecta*) ; ces œufs séchés, et assez semblables à des grains de semoule, servent alors à confectionner des gâteaux et des potages.

4° *Diptères.* — Au dire de Livingtsone, les nègres qui habitent les rivages septentrionaux du lac Nyassa, recueillent les moucherons qui voltigent par myriade pendant la nuit, dans la belle saison. Ils confectionnent, avec ces Insectes bouillis, de grosses galettes dont ils sont très friands et dont le goût, paraît-il, rappelle celui du caviar.

5° *Hyménoptères.* — « A l'état parfait, dit M. Daguin, les Hyménoptères sont peu musclés et fort coriaces ; aussi sont-ils délaissés par les gastronomes » qui plutôt s'adressent aux larves. C'est ainsi qu'à l'île de Timor, les indigènes mangent, comme un mets délicieux, les larves d'Abeilles ; il en est de même, paraît-il, aux îles Bahama et à la Guyane pour les chrysalides et les larves des Guêpes sauvages.

Au Mexique, d'après M. Ernest André, le savant historien des Hyménoptères, les Indiens recherchent les nids de la *Fourmi à miel* (1) et ils sucent l'abdomen de cet Insecte avec délices.

6° *Névroptères.* — Plusieurs voyageurs, notamment de Humboldt, dans ses *Relations historiques* (2), rapportent que les galibis de la Guyane recueillent, au printemps et à l'automne, de grosses *Fourmis volantes*, dont l'abdomen est une sorte de sac, renfermant avec les œufs « la liqueur nourricière des larves ». Après avoir fait une ample provision de ces animaux, ils les cuisent dans un vase en y ajoutant de la farine ou de la graisse ; ils obtiennent ainsi un mets qu'ils désignent sous le nom de *Kamaka*, et qui est, paraît-il, très agréable.

La même coutume se retrouve au Brésil, où les Fourmis sont même l'objet d'un commerce très florissant ; après les avoir torréfiées comme des grains de café, les femmes indigènes les colportent dans les rues en criant « *va iça* ! » ce qui veut dire, *pour manger* ! On vend aussi des préparations de qualités différentes, mais les plus recherchées sont les grosses femelles, dont l'adbomen est gonflé par les œufs.

D'après l'opinion de Latreille, et il ne saurait y avoir de doute à ce sujet, les espèces qui font l'objet des deux relations précédentes

(1) *Myrmecocystus melliger.*

(2) La Nature, année 1888, t. I. p. 221.

ne sont pas de vraies Fourmis, mais bien des Termites, Insectes sociaux de la famille des Névroptères. D'ailleurs, aux Indes, dans l'Amérique du Sud et en Afrique, où ils sont abondants, les vrais Termites constituent un gibier courant. A Java, on les vend sur les marchés d'un grand nombre de villes.

7° *Coléoptères.* — Certaines larves de Coléoptères ont joui, à juste titre, d'une célébrité considérable. Qui ne connaît le fameux *Cossus* des Romains ?

Les Cossus, au dire de Pline, sont de gros vers blancs qui vivent dans l'intérieur des chênes, dont ils dévorent le bois. Les gourmets considèrent ces larves comme une nourriture de luxe, dont le goût est exquis, surtout lorsqu'elles ont été « engraissées avec de la farine ». Il ne saurait être question ici du *Cossus ligniperda*, gros Lépidoptère nocturne, dont la larve vit aussi dans l'intérieur des arbres ; Pline ajoute, en effet, que le *Cossus* avait des cornes (antennes) et qu'il faisait entendre un petit bruit strident : « *Omnes tamen in cerastem figurantur sonumque edunt parvuli stridoris* (1). »

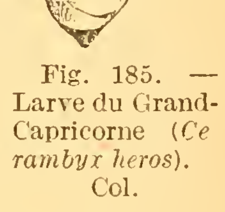


Fig. 185. — Larve du Grand-Capricorne (*Cerambyx heros*). Col.

Ainsi donc, le *Cossus* des Romains n'était autre que la larve du Grand-Capricorne (*Cerambyx heros*) (Fig. 185).

De même, les larves des gros Prioniens (*Acanthophore serraticorne*), Coléoptères appartenant à la même famille que le Capricorne, constituent, paraît-il, encore de nos jours, un mets très recherché au Brésil et à la Guyane. Auguste Saint-Hilaire, qui a eu la curiosité de se renseigner par lui-même sur le goût de ces larves, assure que leur saveur « rappelle celle de la crème la plus délicate ». Mlle Sybille de Mérian, dans son célèbre *Voyage à Surinam*, indique que les indigènes de la Guyane mangent avec délices les larves du *Cerambyx cervicornis* L., du *Passalus interruptus* L. et le « Ver palmiste » (*Curculio palmarum* L.)

Mêmes faits en Australie, constatés par Lumholtz, de 1880 à 1884. Les noirs recueillent des larves de longicornes et de lépidoptères dans

(1) Tous (ces vers) se transforment en un Ceraste (*Capricorne*) et font entendre une petite stridulation.

le tronc des arbres tombés ; il les cuisent, de la façon la plus simple, en les jetant dans la braise où elles deviennent croquantes en un clin d'œil ; ce mets, dit l'auteur, est supérieur à l'omelette de nos pays.

Enfin, il n'est pas jusqu'au vulgaire Hanneton qui n'ait eu son jour de célébrité culinaire. En 1897, M. de Fonvielle, vice-président de la Société d'insectologie de Paris, indiqua que « le meilleur moyen de se venger de ce ravageur de nos cultures » était de le manger ; au point de vue gastronomique, le Hanneton — préparé à la sauce crevette — constituerait, paraît-il, un plat irréprochable.

8° *Lépidoptères.* — Les larves des Lépidoptères, malgré les poils dont elles sont souvent recouvertes, sont utilisées pour la nourriture en certains pays. Au Natal, notamment, les indigènes sont très friands d'une grosse chenille velue qui vit en familles nombreuses sur une espèce de Mimosa ; ils font rôtir la chenille pour griller les poils et la mangent ensuite avec tous les signes de la plus grande satisfaction.

Le *sustillo* des Péruviens est également une chenille très recherchée.

Les Chinois eux-mêmes ne rejettent pas toujours les chrysalides du Ver à soie dont ils ont dévidé le cocon ; il les pralinent dans du sucre, pour assurer mieux leur conservation, et les servent ensuite sur leurs tables comme des dragées.

Enfin Boisduval raconte que, dans les villes de Colombie, où la civilisation est aussi avancée qu'en Europe, on vend souvent, notamment sur les marchés de Bogota, par petites mesures, comme des noisettes ou des châtaignes, les chrysalides d'une grande Hespérie, dont la chenille vit sur les Acacias.

On ferait un volume entier sur l'utilisation des Insectes dans l'alimentation, mais il nous est impossible de nous étendre davantage sur cette intéressante question. Avec M. E. Daguin, auquel nous avons emprunté la plupart des détails qui précèdent (1), nous terminerons par cette pensée profonde de Brillat-Savarin : « Celui qui invente un plat nouveau fait plus pour le bonheur de ses semblables que tous les philosophes, les littérateurs, les savants et les politiques réunis !. »

IV° INSECTES UTILISÉS EN MÉDECINE

Depuis les temps les plus reculés, la médecine utilise les Insectes, tantôt pour les substances actives qu'ils renferment (*Cantharides*),

(1) Daguin (E). — *Le Naturaliste*, 1900, n°s 285-290.

tantôt pour les produits qu'ils fabriquent (*Abeilles*, *Vers à soie*, *Cochenille*, etc.). Trois familles, celles des Coléoptères, des Hyménoptères et des Hémiptères, fournissent des espèces utilisables au point de vue médicinal.

1° *Coléoptères*. — Les Méloïdes seuls, appartenant à la grande subdivision des Hétéromères, sont employés à cause de leurs propriétés vésicantes. La plupart de ces Insectes contiennent, en effet, dans leur test, et surtout dans leurs organes génitaux, une substance active, âcre, extrêmement toxique, la *cantharidine*, ayant la propriété de déterminer une vésication rapide lorsqu'elle est mise en contact avec la peau.

Fig. 186. — Cantharide officinale (*Lytta vesicatoria*) Col. (d'apr. nat.)

L'espèce la plus commune en France est la Cantharide à vésicatoires (*Lytta vesicatoria*), bel Insecte de quinze à vingt-cinq millimètres de long, aux élytres mous, d'un vert doré très brillant (Fig. 186).

Les Cantharides se rencontrent en juin et juillet sur les Fresnes, les Lilas et les Troènes, dont elles rongent les feuilles avec avidité ; elles décèlent leur présence par une odeur vive et très désagréable.

La pharmacie utilise surtout la *poudre de cantharides*, obtenue en pulvérisant les Insectes préalablement desséchés ; cette poudre entre ensuite dans un certain nombre de préparations, telles que les teintures alcooliques et éthérées de Cantharides, l'huile de Cantharides, les pommades épispastiques, l'emplâtre vésicatoire, les mouches de Milan, etc., etc.



Fig. 187. — Le *Mélo printanier*, insecte vésicant Col. (d'ap. nat.)

On récolte peu les Cantharides en France, bien qu'elles y soient communes et que le commerce les cote actuellement, suivant la provenance, entre 50 fr. et 100 fr. le kilog. Celles que l'on trouve en pharmacie viennent généralement d'Espagne, d'Italie, de Chine ou de Russie.

Les autres Méloïdes, appartenant aux genres *Cerocoma*, *Mylabris*, *Meloë*, *Epicauta*, possèdent les mêmes propriétés que la Cantharide et sont employés aux mêmes usages dans divers pays (Fig. 187).

Il est inutile, je pense, de rapporter ici, avec détails, toutes les légendes qui avaient cours au siècle dernier, relativement aux propriétés thérapeutiques des Insectes ; tout au plus peut-on indiquer

à titre de simple curiosité historique, que les punaises guérissaient de la fièvre intermittente ; les mouches, écrasées et appliquées sur la tête, avaient la propriété de faire repousser les cheveux ; la poudre de perce-oreille, mélangée à l'urine de lièvre, était souveraine contre la surdité, etc., etc.

Nos connaissances actuelles ne nous permettent pas de croire davantage aux propriétés antirabiques de la *Cétoine dorée*, préconisée contre la rage au milieu du siècle dernier, et qui, au dire d'un savant médecin (!), aurait donné d'excellents résultats dans la Russie méridionale.

Comme tant d'autres, ces remèdes ont fait leur temps ; nos pères en ont profité, pendant qu'ils possédaient la propriété de guérir !

2° *Hyménoptères* (*Miel et Cire*). — Les Abeilles fournissent, à la matière médicale, leur miel et la cire.

L'importance du miel a considérablement diminué depuis la découverte du sucre, cependant, on l'utilise encore pour un certain nombre de préparations officinales (*mellites*), telles que le Miel rosat, le Sirop de longue vie, etc.

Il servait autrefois, et sert encore dans certains pays (Bretagne) pour la fabrication de l'hydromel.

La cire est un produit de sécrétion naturel fourni par les Abeilles : on se contente de la purifier pour les usages médicinaux et elle entre exclusivement dans les préparations pour l'usage externe : emplâtres, cérats, onguents, et quelques pommades.

Ses usages industriels sont beaucoup plus importants.

3° *Hémiptères*. — Les diverses substances désignées sous le nom de *laques* sont produites par la piqûre de certaines Cochenilles, vivant sur les plantes, à la manière des Pucerons (voir p. 195).

Enfin, parmi les Insectes eux-mêmes, utilisés quelquefois, on peut citer la Cochenille (*Coccus cacti*) qui vit sur le Cactus Nopal ; le Kermès du Chêne vert (*Chermes ilicis*), employé autrefois pour la préparation d'un électuaire (*Confection Alkermes*), et qui ne sert plus, de nos jours, qu'à colorer la fameuse liqueur d'Alkermes, fabriquée surtout à Florence par les moines du couvent de Sainte-Marie-Nouvelle.

V° INSECTES UTILES A L'INDUSTRIE

De tous les produits fournis par les Insectes, le plus important, sans contredit, est la soie fabriquée par un Lépidoptère nocturne

d'origine asiatique, le Bombyx du Mûrier. La préparation et le tissage de la soie étaient pratiqués, par les Chinois, plus de 5.000 ans avant notre ère ; aujourd'hui cette industrie est répandue dans tous les pays, mais cependant la France tient toujours le premier rang ; Lyon est le centre de production le plus important du monde entier.

Ver a soie. — Sous l'influence de l'élevage, le Ver à soie s'est profondément modifié ; il a notamment perdu la faculté de voler ; il se contente de remuer les ailes. La chenille, très poilue au moment de l'éclosion, comme celle de tous les Bombycidés, perd ses poils et devient blanche (Fig. 188).

Lorsque l'accouplement a eu lieu, on fait pondre la femelle sur de petits carrés d'étoffe, et les œufs, ainsi fixés, sont livrés au commerce sous le nom de *graine* de Ver à soie ; il faut environ 1.200 de ces œufs pour donner le poids de 1 gramme.

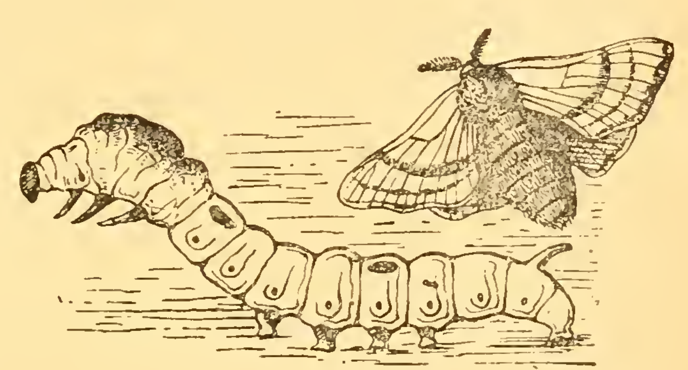


Fig. 188. — Le Ver à soie (*Sericaria mori*) et sa chenille.

En France et en Italie, le Ver à soie ne donne généralement qu'une seule génération par an, on dit que la race est *univoltine* ; mais, dans son pays d'origine, en Chine et au Japon, il peut donner deux et même trois générations, on a alors les races *bivoltines* et *polyvoltines* (1).

Dans les races françaises univoltines, on doit retarder l'éclosion des œufs jusqu'à l'époque où le Mûrier développe ses feuilles ; à cet effet, on prolonge la durée d'hibernation à l'aide d'appareils réfrigérants où les œufs sont maintenus à la température de — 2°. Inversement, pour obtenir l'éclosion à l'époque la plus favorable, on emploie des chambres d'incubation où la température est maintenue aux environs de 19°.

La durée normale de l'évolution du Ver à soie, depuis l'éclosion

(1) Primitivement, l'expression de *trivoltine* s'appliquait spécialement à une race précoce, créée en Italie, et qui ne présentait, au cours de son évolution, que trois mues au lieu de quatre.

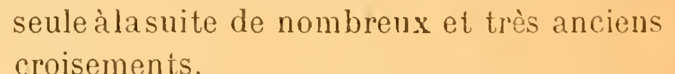
jusqu'à la *montée* (1), est de 32 à 38 jours, mais on est arrivé à l'abaisser à 20 en se servant d'étuves.

Une once de graine (30 grammes) donne environ 30.000 chenilles, qui n'absorbent pas moins de 350 kilogr. de feuilles de Mûrier par jour.

La soie. — Pour dévider les cocons, on les jette dans l'eau chauffée à 70° ou 80° ; l'eau dissout la substance collante qui agglutine les fils ensemble (voir p. 134) ; ensuite, après avoir réuni ces fils par cinq ou six, on les enroule sur un petit dévidoir.

Chaque cocon, pesant o gr. 1 environ, est formé d'un seul fil de soie dont la longueur peut atteindre 1.000 mètres ; mais, au dévidage, on n'obtient guère, en réalité, comme soie marchande, qu'un fil de 280 à 300 mètres.

Le jaune d'or était la couleur primitive des cocons du Ver à soie ; les couleurs blanches ou verdâtres, si répandues aujourd'hui, représenteraient des phénomènes d'albinisme, analogues à ceux qui ont atteint la chenille, et seraient le résultat de la domestication. Il est possible qu'il y ait eu, au début, deux espèces très voisines, l'une à soie jaune, l'autre à soie blanche, confondues aujourd'hui en une



seule à la suite de nombreux et très anciens croisements.



Fig. 189. — Diverses formes de Cocons suivant les races.

Les cocons isolés se vendaient, avant la guerre, selon la beauté, de 3 francs à 3 fr. 50 le kilog.

Les lépidoptères serricigènes. — On connaît, en France, quatre races de Vers à soie qui se distinguent les unes des autres par la forme des cocons et par la couleur de la soie.

a. La race du Var, donnant un cocon jaune pâle, renflé à ses deux extrémités (Fig. 189).

b. La race des Pyrénées, donnant un cocon jaune, pointu à l'une de ses extrémités.

c. La race des Alpes.

d. La race des Cévennes, dont les cocons sont jaunes ou blancs.

En plus du Bombyx du Mûrier, on connaît encore une quinzaine d'espèces, dont les chenilles peuvent fournir de la soie utilisable, voici les principales :

(1) Époque où la chenille *monte* à l'extrémité des branches de bruyère pour filer son cocon.

Saturnia Cynthia (Bombyx de l'Ailante) originaire du Japon ; la chenille vit sur le Vernis du Japon et s'est très bien acclimatée en France. Elle donne une soie grossière que l'on a essayé d'utiliser pour la fabrication des cordages.

Bombyx Yama-mai (Chine).

Saturnia Mylitta (Ver à soie du Chêne) donne la soie qui sert à



Fig. 190

Un grand sérigène asiatique (*Attacus Atlas*) ♂ L. (Coll. de M. CH. OBERTHUR).

fabriquer les étoffes dites *tussohr* ; le Papillon lui-même est appelé *tussah* par les Indiens ; sa chenille donne un cocon presque aussi gros qu'un œuf de pigeon, mais le tussah ne se cultive pas en captivité comme le Bombyx du mûrier. On récolte ses cocons à l'état sauvage, sur les arbres où l'on a placé préalablement les jeunes chenilles. Sa soie, d'excellente qualité, est l'objet d'un commerce considérable dans l'Inde et au Bengale.

Saturnia Cecropia. — Vit aux États-Unis sur le Prunier, le Poirier, etc. Il est l'objet d'une culture rationnelle à la Nouvelle-Orléans.

Bombyx Rhadama, donne une excellente soie exploitée à Madagascar.

Saturnia pyri, vit en France, sur divers arbres ; sa chenille donne une soie grossière mais très résistante.

Attacus Atlas (Fig. 190) ; c'est l'un des plus grands Bombycidés de l'Asie orientale ; donne une soie de très bonne qualité.

Saturnia Pernyi (Chine). Vit sur le Chêne et se laisse facilement domestiquer ; c'est avec la soie qu'il produit que l'on fabrique le *pongé* de Chine.

Il existe encore, de par le monde, au moins 200 espèces produisant une soie *non utilisable* ; chose curieuse, toutes appartiennent à la famille des Bombycidés.

En dehors des Lépidoptères séricigènes, brièvement énumérés ci-dessus, on peut encore citer quelques Hyménoptères et quelques Hémiptères, utilisés directement ou indirectement par l'industrie.

Hyménoptères. — Le *Cynips gallæ tincturiæ*, vit sur le *Chêne à galle* dans l'Asie mineure ; par sa piqûre, il produit ces espèces de boules connues dans le commerce sous le nom de *Noix de galle.*

Le *Cynips ficus caricœ*, avec lequel on pratique la *caprification* des figues (1).

Hémiptères. — Quelques espèces de Cochenilles (*Coccus*) vivent aussi sur les plantes à la manière des Pucerons.

La Cochenille du Nopal (*Coccus cacti*). Cultivée au Mexique depuis la plus haute antiquité sur les *Opuntia*, fournit la belle substance rouge connue sous le nom de *carmin.*

La Cochenille à cire (*Coccus sinensis*). Vit en Chine, sur les rameaux de certains Sumacs, de certains Frênes, qui, à la suite de sa piqûre, produisent une excrétion comparable à la cire des Abeilles.

La gomme-laque est produite, dans l'Inde et en Indo-Chine, par la piqûre du *Coccus Lacca* sur plusieurs Figuiers et sur les Crotons. Enfin, d'après Boisduval, les habitants des côtes de la Guinée préparent une sorte de savon en broyant un petit Harpalide (*Hypolithus saponarius*, très commun dans ces contrées avec de la cendre de Baobab.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet ; les quelques exemples qui précèdent suffisent pour montrer les services que les Insectes peuvent rendre aux arts et à l'industrie.

(1) Opération qui consiste à faire piquer les figues par ce petit Hyménoptère pour hâter leur maturité.

CHAPITRE V

LES INSECTES ET L'AGRICULTURE

I° LE RÔLE DE L'ENTOMOLOGIE ÉCONOMIQUE

Dans le monde entier, l'attention des pouvoirs commence à être sérieusement attirée sur le rôle des Insectes nuisibles, dans leurs rapports avec l'Agriculture, et l'Entomologie économique constitue aujourd'hui l'une des branches les plus importantes de la zoologie et de la biologie appliquées.

Nous ne pouvons, cela va sans dire, qu'effleurer cette vaste question ; aussi, nous bornerons-nous à donner ici un résumé des efforts qui sont faits dans les divers pays pour rendre la lutte agricole aussi rationnelle et aussi efficace que possible. Nous suivrons pour cela, la très intéressante Notice que M. le Prof. GUITEL publia, il y a quelques dix ans, dans les *Archives de Zoologie expérimentale* (1).

Les Stations entomologiques. — Il est bien certain que l'importation des plantes exotiques, avec leurs parasites ; la multiplicité et l'énorme rapidité des moyens de transport, rendent, de jour en jour, plus urgente la lutte contre les Insectes nuisibles.

(1) GUITEL (F.). — *Sur la création d'une Station entomologique à la Faculté des Sciences de Rennes.* (Arch. de Zool. expérim. et génér. Paris, Schleicher, 1907 vol. VI, p. XCIII-CI).

Les Etats-Unis d'Amérique et le Canada ont été les premiers à comprendre les résultats que pouvait donner la lutte scientifiquement engagée, aussi sont-ils arrivés à créer une organisation d'Entomologie appliquée qui n'a d'égale en aucun pays.

La division d'Entomologie du Département de l'Agriculture, dirigée par M. L. O. Howard, et dont le siège est à Washington, comprend un nombreux personnel de savants dont les travaux sont consignés dans des Recueils spéciaux, répandus avec la plus grande libéralité, non seulement dans les Etats-Unis, mais encore dans tout le monde entier.

Certains Etats, comme ceux de Massachusets, New-York, Illinois et Missouri, ont leurs entomologistes officiels, et sont pourvus de laboratoires admirablement aménagés ; les autres possèdent, au moins, une « *Agricultural expériment Station* ».

Les progrès réalisés dans ces dernières années sous l'influence de cette organisation ont été considérables, surtout en ce qui concerne l'application des insecticides aux grandes cultures.

En Europe, l'Italie a été la première à suivre l'exemple donné par les Etats-Unis. La Station royale d'Entomologie agricole de Florence, dont la direction fut successivement confiée à des savants comme Targioni-Tozetti et Berlese, a été fondée en 1875. D'autres du même genre existent actuellement à Portici, à Milan, à Turin. Le budget de la seule Station de Florence s'élevait, en 1908, à 16.000 lires, sans compter le traitement du personnel.

En Suède et en Norvège, chacun des deux royaumes possède un entomologiste d'Etat, dont le rôle est de

fournir des expertises sur toutes les questions relatives aux ravages des Insectes et d'indiquer aux agriculteurs les moyens à employer pour lutter avec succès contre les ennemis de leurs cultures.

L'Allemagne possède, depuis quelques années, une Station entomologique d'État à Berlin-Dahlem et le Ministre de l'Agriculture se fait rendre compte, régulièrement chaque année, des dégâts occasionnés par les Insectes nuisibles. Les renseignements sont recueillis par les Ecoles forestières de Tharandt et d'Eberswalde; à Halle, le professeur HOLRUNG possède un laboratoire d'entomologie expérimentale.

L'entomologie appliquée n'a pas encore, semble-t-il, reçu d'organisation officielle en Autriche ; mais, comme en Allemagne, l'enseignement de l'entomologie forestière y était, avant la guerre, très florissant.

En Hongrie, il existe, depuis 1881, à Budapest, une Station entomologique d'Etat parfaitement organisée ; cette station est dirigée par le Prof. JABLONOWSKI ; en 1914, son budget dépassait 10.000 florins.

La Belgique possède, depuis 1891, un service officiel d'entomologie appliquée, dirigé par M. le Prof. SÉVERIN. L'enseignement pratique est, en outre, donné à l'Institut agricole de Gembloux, qui fournit gratuitement aux particuliers, aux Sociétés et aux journaux, tous les renseignements concernant les Insectes nuisibles.

L'Angleterre possède également un service officiel d'entomologie appliquée, placé sous la direction de M. CECIL WASBURTON. Ce service, installé à Cambridge, possède maintenant des collections et un laboratoire de recherches.

En 1894, il a été créé, à l'Université d'Amsterdam, un laboratoire mixte de phytopathologie et d'entomo-

logie appliquées, dont le M. Ritzema-Bos est le Directeur. La Hollande possède, en outre, une Station agronomique importante à Java.

La Russie possède un service complet d'entomologie appliquée, qui fonctionne depuis une vingtaine d'années (Prof. J. Portschinski) au Ministère de l'Agriculture à Saint-Pétersbourg. Ce bureau central de renseignements possèdait autrefois un budget annuel d'environ 40.000 francs. Il était en rapport continuel avec les agriculteurs et envoyait des entomologistes exercés aux endroits où se produisent des dégâts, soit pour y étudier des Insectes peu connus, soit pour y diriger les travaux de destruction.

Il y avait, en outre, plusieurs stations en province.

Celle de Kiev, dirigée par M. le Prof. Waldemar Pospielow.

Celle de Kichinev (*Bessarabie*), M. le Prof. I. Krassiltchik.

Celle de Simféropol (*Crimée*), Prof. S. Mokschetsky (1).

Comme on le voit, presque tous les grands Etats européens ont imité, de leur mieux, l'exemple des Etats-Unis ; quant à la France, qui, en sa qualité de pays essentiellement agricole, aurait dû se tenir à la tête de ce mouvement, elle n'est malheureusement pas dotée comme elle devrait l'être pour cela.

Actuellement, notre pays possède seulement huit laboratoires d'entomologie appliquée ayant une existence officielle ou semi-officielle, ce sont :

1°. A Paris, la Station entomologique dépendant

(1) Il est probable que la guerre a apporté de grands changements dans les organisations entomologiques de la Russie ; mais il nous a été impossible d'avoir aucun renseignement à ce sujet.

du Ministère de l'Agriculture et installée à l'Institut agronomique (Direct. M. le Prof. PAUL MARCHAL).

2°. A Montpellier, le laboratoire d'entomologie de l'Ecole nationale d'Agriculture. Organisé autrefois par Valéry-Mayet, il est dirigé aujourd'hui par M. le Prof. PICARD ; M. le Dr BLANC, préparateur.

3°. A Rouen, le laboratoire régional d'entomologie, entretenu par la ville et par le département de la Seine-Inférieure. Directeur M. PAUL NOEL (1).

4°. A Rennes, la Station entomologique de Bretagne, annexée au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences, fut fondée par l'auteur de cet ouvrage en 1904 et dirigée administrativement par M. le Prof. F. GUITEL (2). Elle a aujourd'hui pour préparateur M. I. POUILLAUDE, ingénieur agronome.

5°. A Bordeaux, la Station entomologique dépend du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences. Officiellement organisée, en 1913, par la municipalité, elle est actuellement dirigée par M. le Dr J. FEYTAUD. Son organe de publicité est le *Bulletin de la Société d'Etude et de Vulgarisation de la Zoologie agricole*, fondé en 1902.

6°. A Blois, la Station entomologique, dirigée par M. VEZIN, s'est occupée principalement, ces dernières années, de l'étude des Pucerons et de la Cochylis.

7°. La Station entomologique de Beaune (Côte-d'Or), dirigée par M. PAILLOT, a abordé l'étude très intéressante des bactéries entomophytes et des Insectes parasites.

(1) M. Paul NOEL est mort pendant la guerre et nous ne connaissons pas le nom de son successeur.

(2) M, le Prof. GUITEL vient lui-même de s'éteindre prématurément après une cruelle maladie : c'est une grande perte pour la science et pour l'entomologie.

8°. Nous savons, par ailleurs, que plusieurs autres centres universitaires français, Strasbourg notamment, sous la direction de M. le Prof. E. Topsent, assisté de M. Paul Scherdlin, se proposent d'organiser très énergiquement la lutte contre les Insectes nuisibles ; mais nous manquons de renseignements à ce sujet.

Il est à peine besoin de dire que tous ces établissements rendent de très grands services, mais ils sont encore en trop petit nombre, dans un grand pays comme le nôtre, dont la première occupation est l'Agriculture.

II° LES GRANDS PROBLÈMES ENTOMOLOGIQUES

Pour donner maintenant une idée des questions économiques que les établissements d'entomologie appliquée sont appelés à résoudre, nous dirons quelques mots de la vaste expérience entreprise en 1905-1906, par le gouvernement des États-Unis, pour combattre le *Liparis chrysorrhea*, qui menaçait d'une destruction complète les forêts de la Pensylvanie. (Fig. 191).

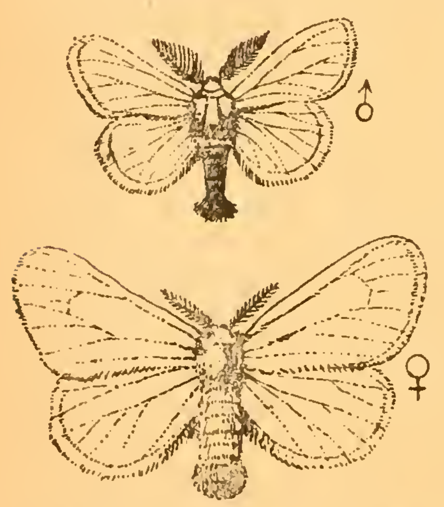


Fig. 191. — Le *Liparis chrysorrhea*. Lépidopt. mâle et femelle.

La chenille du *Liparis chrysorrhea*, lépidoptère voisin des Bombycidés, s'attaque au feuillage d'un grand nombre d'arbres, et c'est spécialement pour combattre ses ravages qu'a été édictée la loi du 15 mars 1796 sur l'échenillage. En France, heureusement, cette espèce a des parasites très nombreux qui l'empêchent de se propager au delà d'une certaine limite. Or, vers 1890, le *Liparis chrysorrhea* fut importé accidentellement aux États-Unis; les parasites américains attaquèrent aussitôt ses chenilles, mais trop faibles ou trop peu nombreux, l'extension du *Liparis* prit bientôt les proportions d'un vrai désastre ; le fléau allait s'accroissant d'année en année, et il fallut renoncer à l'espoir de voir les parasites américains suffire pour

l'enrayer. Le problème qui se posa immédiatement fut donc celui-ci : il fallait au plus tôt, introduire en Amérique les parasites européens du *Lipais chrysorrhea.*

M. L. O. Howard, chez du Bureau de l'Entomologie au Département de l'Agriculture à Washington, spécialement versé dans l'étude du parasitisme chez les Insectes, entreprit, tout exprès, le voyage d'Europe, dans le but de se mettre en relations avec les entomologistes européens. Prenant alors pour point de départ l'intéressante découverte de M. le Professeur Jablonowsky, de Budapest, qui a établi que les nids d'hiver du *Liparis chrysorrhea* renfermaient de très nombreux parasites, M. Howard prit ses dispositions pour assurer l'expédition, en Amérique, d'environ 100.000 nids du Liparis, provenant de différentes parties de l'Europe centrale.

La Station entomologique de Rennes, mise au courant des démarches de M. L. Howard par M. René Oberthür, eut l'honneur de contribuer à la réalisation de cette vaste expérience par un envoi de 15.000 nids, dont la plupart furent récoltés dans l'Indre, aux environs de Cluis et de La Châtre par le Prof. G. Houlbert.

Pour l'élevage des chenilles et de leurs parasites, une maison de la ville de Saugus, à quelques kilomètres de Boston, a été partiellement aménagée en laboratoire. D'autre part, trois grands arbres, infestés par le *chrysorrhea*, ont été emprisonnés dans une vaste toile métallique formant une immense cage. On put ainsi recueillir les parasites qui sortaient des chenilles et les étudier.

La remarquable expérience, organisée par les Américains, fut conduite avec une science consommée de la biologie des Insectes. Elle a déjà donné des résultats très encourageants et sa réussite aboutira très probablement, pour la région des États-Unis, à un état d'équilibre analogue à celui qui s'est établi naturellement en Europe, entre le parasite et les parasités.

D'ailleurs, il y a un précédent : une expérience analogue a été réalisée avec succès, il y a près de 30 ans, par le savant entomologiste C. V. Riley, prédécesseur de M. Howard (voir p. 31).

L'*Icerya Purchasi*, cochenille originaire d'Australie, avait été introduite en Californie, vers 1868. Elle s'y acclimata et se propagea même avec une si prodigieuse rapidité, qu'elle menaçait, à un moment donné, de ruiner complètement la culture des orangers.

Un biologiste américain, M. Kœbele, fut envoyé en Australie, avec mission de rechercher les parasites naturels de l'*Icerya*. Il rapporta,

à son retour, une petite Coccinelle (*Novius cardinalis*) qui s'acclimata parfaitement, et qui, au bout de deux années, avait presque entièment débarrassé la région des *Icerya*. Un entomologiste allemand, M. Schaufuss, a cru devoir contester ces résultats, en 1910, dans le n° 1 du *Deutschen Entomologischen National Muséum ;* mais il a certainement confondu les expériences de M. Kœbele avec celles entreprises, à l'aide du *Chilocorus similis*, sur le San Jose Scale.

Des expériences analogues ont été récemment reproduites en Portugal et en Italie avec le même succès, toujours contre l'Icerya des orangers.

Il nous semble inutile d'insister ; on voit quels immenses services peuvent rendre aujourd'hui, à l'Agriculture, les Stations entomologiques scientifiquement installées ; on peut, en effet, estimer à 500 millions de francs, les pertes annuelles occasionnées par les Insectes nuisibles (1).

Tous les Insectes, heureusement, ne sont pas nuisibles au même degré ; il en est même d'utiles, mais il n'existe, cela va de soi, aucun caractère extérieur qui permette de distinguer un Insecte utile d'un Insecte nuisible ; les seules remarques qu'on puisse faire à ce sujet sont les suivantes : d'une manière générale, toutes les espèces carnassières sont utiles ; inversement, la plupart des espèces phytophages sont nuisibles.

(1) La loi du 22 juillet 1874 mentionne qu'un prix de 300.000 francs sera accordé par l'État, à l'inventeur d'un moyen économique qui pourrait, dans la généralité des terrains, détruire le *Phylloxera* ou empêcher ses ravages.

CHAPITRE VI

LE PARASITISME CHEZ LES INSECTES

L'énumération qui précède nous a amené à considérer les Insectes dans leurs rapports avec l'homme et avec les végétaux ; sous couleur d'un simple problème d'entomologie économique, c'est en réalité la grande question du Parasitisme qui se pose. C'est encore là un des côtés du rôle biologique des Insectes qu'il n'est plus permis d'ignorer aujourd'hui.

Il serait tout à fait impossible d'étudier ici, avec toute l'étendue qu'elle comporterait, la question du parasitisme chez les Insectes : nous allons simplement dresser un plan, dont les chapitres successifs pourront être développés dans les volumes spéciaux de cette collection.

1° Insectes parasites de l'Homme et des Animaux. — Deux ordres d'Insectes, principalement, les Hémiptères et les Diptères, renferment des espèces parasites de l'homme et des animaux (1).

A. Hémiptères. — Nous citerons seulement, dans ce groupe, la punaise des lits et les innombrables espèces de Poux.

La plupart de ces animaux sont des Insectes nocturnes, qui se guident exclusivement par l'odorat. Leur piqûre serait peu douloureuse, si l'Insecte ne déposait, dans la plaie, une salive irritante vraisemblablement destinée à empêcher le sang de se coaguler.

(1) Mentionnons seulement pour mémoire les rares Coléoptères *Platypsillus castoris*, vivant en parasites sur les Castors du Rhône, du Canada, etc. ; *Amblyopinus Jelskyi* petit staphylinide, vivant à la façon des Acariens, sur la peau des petits rongeurs au Pérou et à la Nouvelle-Grenade.

D'autre part, ces parasites, étant en contact continuel avec le corps et les vêtements, doivent contribuer, dans une large mesure, à la dissémination des maladies microbiennes (*tuberculose*).

a) *Punaise des lits* (Acanthia lectularia L.). — C'est un insecte aplati, de forme ovale, long de 4 à 5 millimètres; il se tient dans les fentes des boiseries, sous les papiers de tentures, dans les jointures des meubles et peut supporter un long jeûne, ce qui explique comment il se conserve quelquefois pendant plusieurs années dans les locaux inhabités (Fig. 192).

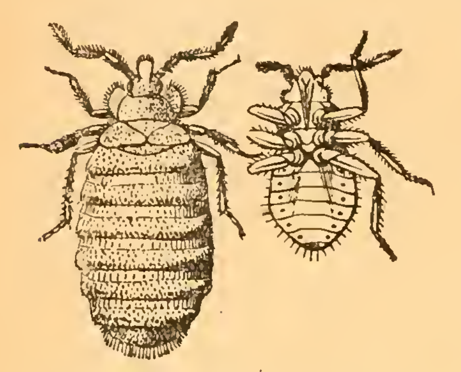


Fig. 192. — La punaise des lits (*Acanthia lectularia*) et sa larve (d'après Howard et Marlatt)

b) *Poux*. — Vivent en parasites sur les Mammifères, sur les Oiseaux et souvent sur l'Homme. Leur développement se fait sans métamorphoses ; les femelles pondent des œufs allongés, fixés vers la base des poils ou sur les vêtements à l'aide d'une substance agglutinante et désignés sous le nom de *lentes*. On sait aujourd'hui que le *Pediculus vestimenti* est l'agent de propagation le plus actif du typhus exanthématique. Cette terrible maladie, qui suit toujours les grandes guerres et les famines, a causé, de 1914 à 1917, des épidémies effrayantes et extrêmement meurtrières, en Serbie, en Roumanie et dans les camps de prisonniers en Allemagne.

B. Diptères. — Un grand nombre de Diptères possèdent, comme les Hémiptères, un appareil vulnérant formé par les pièces de la bouche modifiées. Il est nécessaire de distinguer plusieurs catégories, car tous ne sont pas parasites au même degré.

Chez les uns, le parasitisme est obligatoire, comme par exemple les diverses espèces des genres *Hypoderma*, *Dermatobya* et le *Sarcopsylla penetrans* (Puce pénétrante) qui, à l'état de larve, se tiennent sous la peau ; les *Œstrides*, qui vivent dans le tube digestif des herbivores.

Chez d'autres, le *parasitisme est facultatif*, en ce sens que leurs larves, qui vivent normalement à l'intérieur des matières organiques en décomposition, peuvent vivre accidentellement dans les tissus des animaux vivants ; c'est le cas de certaines mouches : *Compsomyia macellaria*, *Sarcophaga carnaria*, *ruficornis* et *magnifica.*

Enfin, d'autres peuvent servir d'agents de transmission à diverses maladies parasitaires, exemple :

Les *Puces* qui, par leur piqûres, jouent un rôle capital dans la dissémination de la peste et de la furonculose.

Le *Stomoxys calcitrans* qui, dans nos pays, peut être considéré comme l'agent de dissémination de la *Bactéridie charbonneuse.*

La *Mouche Tsé-tsé* (Afrique tropicale et occidentale) inocule, par sa piqûre, le *Trypanosome de Gambie*, agent de la maladie du sommeil. Les nombreuses espèces de *Taons* agissent évidemment dans le même sens.

La *Mouche domestique*, qui pose sur nos aliments ses pattes souillées de germes infectieux est, à n'en pas douter, un agent redoutable de transmission de la tuberculose, du choléra, de la fièvre typhoïde, de la dysenterie bacillaire et de la diarrhée verte des enfants.

Enfin, les *Moustiques*, toujours dangereux, non seulement à cause des piqûres douloureuses qu'ils peuvent occasionner, mais parce qu'ils sont les agents de transmission d'un certain nombre d'affections redoutables.

Les Anophèles inoculent l'hématozoaire du palu-

disme, agent des fièvres dites paludéennes (LAVERAN).

Les Stégomies transmettent la fièvre jaune.

Les vulgaires Cousins sont des agents de transmission de la Filariose (*Filaria Bancrofti*) à la Guyane et dans les Antilles.

C. COLÉOPTÈRES. — Enfin, parmi les Coléoptères, on n'a signalé jusqu'ici que la larve d'un *Nécrobia*, trouvée à Rennes, en 1910, dans un kyste de la sclérotique. Cette larve fut décrite et représentée par M. C. HOULBERT dans les *Archives de Parasitologie*.

2° **Insectes parasites des végétaux.** — Tous les Insectes phytophages sont, à proprement parler, parasites des plantes sur lesquelles ils vivent ; mais, le nombre de ces Insectes est si grand, qu'il nous est impossible de traiter cette question dans son entier. Nous nous bornerons spécialement à étudier ici le cas, d'ailleurs très fréquent, où les tissus de la plante réagissent en produisant une déformation que l'on désigne vulgairement sous le nom de *galle*, et, scientifiquement, sous celui de *Cécidie*.



Fig. 193. — Exemple de galles (*Entomocécidies*) produites par les Insectes (d'après DARBOUX et HOUDAR).

Cécidologie. — La Cécidologie est aujourd'hui l'un des chapitres les plus intéressants de la pathologie végétale.

L'origine des Cécidies (*galles*) est variable ; elles peuvent être produites soit par un parasite animal, soit par un parasite végétal, d'où la distinction en :

Zoocécidies, déformations dues à la présence d'un parasite animal (très souvent un Insecte).

Phytocécidies, déformations dues à un parasite végétal (Champignon ou Bactérie).

Nous ne nous occuperons, bien entendu, ici que des zoocécidies et même spécialement parmi celles-ci des *Entomocécidies* (galles produites par les Insectes) (Fig. 193).

Entomocécidies. — Dans tout le règne animal, la classe des Insectes est sans contredit celle qui fournit le plus grand nombre d'agents producteurs de galles (1) ; presque tous les ordres renferment des représentants cécidogènes, mais ce sont les Diptères, les Hémiptères et les Hyménoptères qui en fournissent le plus. Quant aux Névroptères, dont toutes les espèces sont carnivores, il semble qu'ils n'ont pas jusqu'ici de représentant gallicole bien connu.

Fig. 194. — Galle produite à la base de la tige du Chou par le *Ceutorhynchus sulcicollis* Col. (d'ap. J. Kieffer).

Suivant l'Insecte qui les produira, nous aurons donc à distinguer diverses catégories d'entomocécidies.

1° *Coléoptérocécidies.* — Bien qu'il soit l'un des plus riches de la classe des Insectes, l'ordre des Coléoptères ne renferme guère qu'une cinquantaine d'espèces cécidogènes. Les familles qui en fournissent le plus sont les Cérambycides, les Buprestides et les Curculionides.

D'après M. l'abbé Kieffer (*Feuille des jeunes Naturalistes*, 1892, p. 53), les déformations produites, par ces Insectes, sur les plantes, se présentent généralement sous la forme d'un renflement contenant une ou plusieurs cavités hermétiquement closes (Fig. 194).



Fig. 195. — Cécidie produite par l'*Adelges abietis* Hémipt. (d'après J. Kieffer).

2° *Lépidoptérocécidies.* — Les cécidies dues aux Lépidoptères ressemblent beaucoup à celles produites par les Coléoptères ; comme ces dernières, elles produisent le gonflement d'un organe quelconque de la plante nourricière. L'une des mieux connues est celle de *Conchylis hilarana*, qui détermine un renflement fusiforme à la base des tiges de l'*Artemisia campestris*.

3° *Hémiptérocécidies.* — Les galles produites par les Hémiptères ne se présentent guère que sous la forme d'une boursouflure ou d'un enroulement marginal des feuilles ; l'enroulement se distinguera facilement de celui produit par les Hyménoptères ou les Diptères,

(1) Voir *Catalogue* Darboux et Houard.

parce qu'il est beaucoup plus lâche, et qu'on trouve, presque toujours à l'intérieur, les dépouilles de l'Insecte qui les a habitées (Fig. 195).



Fig. 196. — Galle conique produite sur les feuilles du Hêtre par le *Mikiola fagi* Dip. (d'ap. DARDOUX et HOUARD).

Deux ou trois seulement doivent leur origine à des hétéroptères ; toutes les autres sont produites par les homoptères ; les nodosités galloïdes, occasionnées par le *Phylloxera* sur les racines de la vigne, sont malheureusement trop connues.

4° *Diptérocécidies.* — Les galles produites par les Insectes de ce groupe sont excessivement nombreuses ; la plupart sont dues à la famille des *Cécydomyes* (*Mikiola fagi*) (Fig. 196). Parmi celle dues aux Muscidés, la plus commune est celle de l'*Urophora cardui*, sur le *Circium arvense*, décrite il y a plus de 200 ans par Gœdart pour la première fois.

5° *Hyménoptérocécidies.* — Ce sont les Insectes de cet ordre qui déterminent les cécidies les plus remarquables (Fig. 197). La plupart sont produites par les Cynipides, un certain nombre par des Tenthrédines ; enfin, quelques-unes seulement par des Ptéromalides des genres *Eurythoma* et *Idosoma*.

Ce sont les Cynipides qui déterminent ces déformations volumineuses, connues depuis la plus haute antiquité, très communes sur les Chênes et sur les Rosiers sauvages (*bédégards*).

La galle des Cynipides la plus anciennement connue est la *Noix de Galle* ou *galle d'Alep*, produite, sur le *Quercus lusitanica* (Grèce et Asie mineure), par le *Diplolepis gallæ tinctoriæ.*

6° *Orthoptérocécidies.* — D'après M. l'abbé J. Kieffer (*Synopsis des zoocécidies d'Europe*, p. 234), on ne peut guère citer, dans cet ordre, que le genre *Thrips* qui soit susceptible de produire, sur les plantes, des réactions cécidiformes.

Fig. 197.— Galles produites sur le Chêne par l'*Andricus Sieboldi* Hymén. (d'après DARBOUX et HOUARD).

3° Les parasites des Insectes. — Si les Insectes parasites sont nombreux, ils peuvent, à leur tour, être parasités par un certain nombre d'organismes inférieurs, animaux ou végétaux. Un Insecte

donné, peut même être parasité par un autre Insecte.

1° *Animaux parasites des Insectes.* — Un certain nombre de Protozoaires, appartenant principalement à la classe des Grégarines, vivent dans le tube digestif de différents Insectes. On peut citer les espèces suivantes: *Stylorhynchus longicollis* chez les Blaps, et *Gregarina blattarum* chez les Blattes ; *Gr. polymorpha*, dans la larve du *Tenebrio molitor* et *Actinocephalus stelliformis* chez les Carabes.

Dans l'embranchement des Némathelminthes, certains *Gordius* ne sont pas rares dans la cavité viscérale des Acridiens ; les embryons de *Gigantorhynchus gigas* et *moniliformis* subissent les premières phases de leur évolution dans les larves du Hanneton, de la Cétoine dorée, etc.

2° *Insectes entomophages.* — Sans nous arrêter ici aux Stylopides (*Strepsiptères*), dont les femelles aptères vivent toujours en parasites sur l'abdomen des Guêpes, des Abeilles et des Bourdons, nous appellerons surtout l'attention sur les Insectes dits entomophages, dont les larves se développent dans le corps des autres Insectes, et dont l'importance est si grande au point de vue économique.

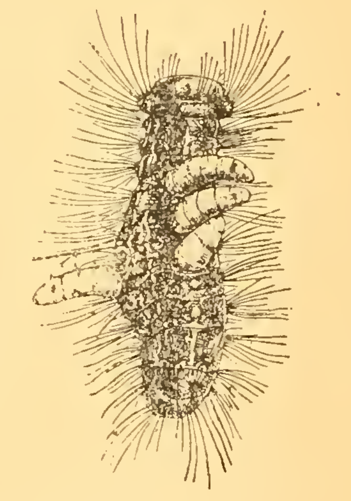


Fig. 198. — Larve d'un Hyménoptère parasite (*Glyplapanteles*), sortant d'une Chenille pour se chrysalider (grand. nat.).

Les entomophages appartiennent, presque tous, à l'ordre des Hyménoptères; les uns, comme par exemple les *Cerceris*, les *Sphex*, alimentent leurs larves avec des proies vivantes, préalablement anesthésiées d'un coup d'aiguillon. D'autres (*Ichneu-*

monides), déposent leurs œufs sous la peau de leurs victimes : c'est ainsi que la Chenille du Papillon blanc du Chou peut être envahie par une armée de petites larves appartenant à un Braconide, le *Microgaster glomerator* (Fig. 198). Tous ces Hyménoptères, entomophages à la façon des Ichneumonides et des Braconides, sont de puissants auxiliaires de l'Agriculture (1), parce qu'ils détruisent un nombre incalculable de chenilles d'Hyponomeutes qui, sans eux, auraient tôt fait de ronger le feuillage de nos haies et de nos arbres fruitiers.

3° *Microphytes parasites des Insectes.* — Une famille entière d'oomycètes, les Entomophthorées vivent en parasites dans le corps de divers Insectes et les tuent rapidement. C'est ainsi que, chaque année, à l'automne, on peut voir, sur les vitres de nos maisons, les Mouches envahies par le mycélium blanc et floconneux de l'*Empusa muscæ*. D'autres fois, ce sont les chenilles de la Piéride du Chou, qui sont envahies par l'*Entomophthora radicans*.

Pendant quelques années, on a caressé l'espoir de détruire les larves du Hanneton (*Vers blancs*) en les infestant d'une Mucorinée parasite, le *Botrytis tenella* ; les résultats n'ont pas répondu à l'attente des expérimentateurs.

Des Bactéries peuvent aussi envahir le corps des Insectes, exemple la pébrine du Ver à soie, la flacherie, etc.

(1) Marchal (P). — *Utilisation des Insectes auxiliaires entomophages dans la lutte contre les Insectes nuisibles à l'Agriculture.* (Ann. de l'Institut agronom. Paris, J.-B. Baillière, 1907. T. VI.)

DEUXIÈME PARTIE

Entomologie appliquée.

CHAPITRE VII

CLASSIFICATION DES INSECTES

1° **Principe de la Classification.** — En tenant compte des caractères fournis par les ailes, par les pièces de la bouche et par la nature des métamorphoses, on peut classer les Insectes en neuf ordres, ainsi que l'indique le tableau suivant :

I° Insectes primitifs, dépourvus d'ailes (**Aptérygogènes**) ; pas de métamorphoses (*Amétabola*).	1° Thysanoures
II° Insectes pourvus d'ailes (**Ptérygogènes**).	
Métamorphoses incomplètes (*Hémimétabola*).	
Pièces buccales conformées pour broyer.	
Quatre ailes souvent inégales et possédant de nombreuses nervures.	2° Archiptères
Quatre ailes inégales, les supérieures cornées et transformées en élytres.	3° Orthoptères
Pièces buccales conformées pour piquer.	4° Hémiptères
Métamorphoses complètes (*Holométabola*)	
Pièces buccales conformées pour broyer.	
Quatre ailes, sensiblement égales et richement veinées.	5° Névroptères
Quatre ailes inégales ; les supérieures transformées en élytres.	6° Coléoptères
Pièces buccales conformées pour broyer et lécher.	7° Hyménoptères
Pièces buccales conformées pour piquer ou aspirer les liquides.	
Quatre ailes couvertes d'écailles.	8° Lépidoptères
Deux ailes seulement.	9° Diptères

Tel qu'il est présenté ici, ce tableau suppose une fixité de caractères qui n'existe point dans la nature. Le lecteur qui essayerait de s'en servir pour déterminer l'état civil d'un Insecte inconnu, pourrait évidemment réussir dans un grand nombre de cas très simples et pour ainsi dire classiques, mais aussi parfois, il risquerait fort de s'égarer.

Classer des Insectes et les déterminer sont deux choses très différentes ; aussi pour remédier, dans la mesure du possible, à l'insuffisance analytique du cadre précédent, nous donnons, ci-après, une table dichotomique de détermination, s'appliquant à tous les Insectes et tenant compte de toutes les modifications qui peuvent se présenter dans les différents groupes.

II° Tableaux analytiques de détermination permettant de ranger rapidement un Insecte donné dans l'ordre auquel il apppartient.

I° Insectes aptères (ou pourvu seulement de rudiments d'ailes).

1.	Pièces de la bouche cachées dans une cavité de la tête, de telle manière que leur extrémité seule est visible	Thysanoures
	Pièces de la bouche proéminentes, visibles et disposées pour mordre	2
	Pièces de la bouche visibles, disposées pour piquer ou sucer	8
2.	Tête prolongée en un long bec à l'extrémité duquel se trouvent les pièces de la bouche (*Panorpidés*)	Archiptères
	Tête non prolongée par un bec	3

3.	Insectes ayant toujours moins de 4 millimètres de long ; ayant une forme rappelant celle des Poux (*Mallophages*).	ARCHIPTÈRES
	Insectes ayant plus de 4 millimètres de longueur (exception pour quelques Fourmis) ; la forme n'est jamais celle d'un Pou. . .	4
4.	Abdomen muni à sa partie postérieure d'appendices coniques articulés (*Blattidés*). . .	ORTHOPTÈRES
	Abdomen sans appendices (ou bien, s'il en existe, ils ne sont pas articulés).	5
5.	Pattes postérieures très longues *conformées pour sauter* (Locustidés, Acrididés, Gryllidés)	ORTHOPTÈRES
	Toutes les pattes conformées pour marcher. .	6
6.	Abdomen réuni au thorax par une très large base	7
	Abdomen fortement rétréci à sa base et relié au thorax par une sorte de pédoncule (*Fourmis aptères*)	HYMÉNOPTÈRES
7.	Corps allongé, très étroit ; antennes de 12 à 25 articles (*Phasmidés*)	ORTHOPTÈRES
	Corps ovale, antennes courtes de 11 articles au maximum	COLÉOPTÈRES
8.	Petits insectes parasites, toujours fixés aux végétaux (tiges ou feuilles), présentant l'aspect d'une écaille ou d'un bouclier ; le corps est souvent recouvert d'un enduit cireux ou cotonneux (*Coccidés*)	HÉMIPTÈRES
	Corps recouvert de longs poils, formant une fourrure complète ; bouche formant un tube enroulé sous la tête.	LÉPIDOPTÈRES
	Corps nu ou recouvert seulement par des poils ou des soies isolés.	9
9.	Tarses de 5 articles ; prothorax intimement soudé au mésothorax et au métathorax. . . .	DIPTÈRES
	Tarses de 1-2-3 articles ; prothorax bien isolé (*Physopodes*)	HÉMIPTÈRES

II° **Insectes ailés** (les élytres des Coléoptères et des Perce-oreilles sont comptés comme des ailes dans ce tableau).

1.	Insectes avec deux ailes.	2
	Insectes avec quatre ailes.	6
2.	Ailes cornées, coriaces ou parcheminées. . .	3
	Ailes entièrement membraneuses.	5
3.	Mâchoires visibles ; pièces de la bouche disposées pour broyer.	4
	Mâchoires non visibles ; pièces de la bouche disposées pour piquer ou sucer.	Hémiptères
4.	Ailes cornées, sans nervures visibles (1). Pattes postérieures conformées pour la marche. .	Coléoptères
	Ailes parcheminées, portant de nombreuses nervures ; pattes postérieures conformées pour sauter	Orthoptères
5.	Adbomen pourvu de longues soies caudales (*Ephémérides*)	Archiptères
	Abdomen non terminé par des soies caudales.	Diptères
6.	Les deux paires d'ailes différentes dans leur structure ; les supérieures cornées ou parcheminées, les inférieures membraneuses. . .	7
	Les deux paires d'ailes semblables, toutes les deux membraneuses	11
7.	Ailes antérieures coriaces à la base, membraneuses à leur extrémité. (*Hétéroptères*). . .	Hémiptères
	Ailes antérieures de même consistance dans toute leur étendue.	8
8.	Ailes antérieures cornées, sans nervures apparentes, formant deux étuis (*élytres*) pour protéger les ailes membraneuses qui sont en dessous	9
	Ailes antérieures coriaces ou parcheminées avec un riche réseau de veines.	10

(1) Il ne faut pas confondre avec les nervures, les stries ou les granulations régulières qui ornent les élytres des Coléoptères.

9. Abdomen terminé par deux crochets cornés en forme de pinces (*Forficulidés*). . . . ORTHOPTÈRES
Abdomen non terminé par deux crochets cornés . . . . COLÉOPTÈRES

10. Ailes postérieures pliées en forme d'éventail ; pièces de la bouche disposées pour broyer. . ORTHOPTÈRES
Ailes postérieures non pliées ; pièces de la bouche disposées pour piquer (*Homoptères*). HÉMIPTÈRES

11. Dernier article des tarses vésiculeux, dépourvu de griffes (*Physopodes*). . . . . HÉMIPTÈRES
Dernier article des tarses non vésiculeux et pourvu de griffes. 12

12. Ailes recouvertes d'*écailles*, entièrement ou tout au moins le long des nervures. . . . LÉPIDOPTÈRES
Ailes nues, transparentes, simplement garnies de poils 13

13. Ailes nettement veinées, avec un certain nombre de veines et de nervures transversales. . ARCHIPTÈRES
Ailes avec des nervures ramifiées, mais pas de nervures transversales, ou tout à fait sans nervures 14

14. Tarses de 2 ou 3 articles (*Corrodentia*, *Plécoptères*) . . . . ARCHIPTÈRES
Tarses de 4 ou 5 articles. 15

15. Abdomen orné de soies caudales à son extrémité (*Ephémérides*) . . . . ARCHIPTÈRES
Abdomen sans filaments ni soies à son extrémité 16

16. Prothorax corné ; mandibules bien développées, palpes courts . . . . HYMÉNOPTÈRES
Prothorax membraneux ; mandibules invisibles, palpes longs (*Trichoptères*). . . . . ARCHIPTÈRES

LES PRINCIPAUX ORDRES D'INSECTES

I° Insectes sans métamorphose (*Amétabola*).

1e *Ordre :* Thysanoures.

(Type : *Lépisme*).

Les Thysanoures (de Θυσανος ; frange et ουρα queue) sont des Insectes de petite taille, complètement privés d'ailes et ne subissant aucune métamorphose. Leur corps, velu ou couvert d'écailles, porte, à son extrémité postérieure, des appendices ciliés de forme et de dimensions variables.

Fig. 199. - *Achorutes murorum*, très commun au pied des murs.

Ils vivent dans les endroits obscurs et humides; les uns courent avec rapidité (ex. : *Lépismes*), les autres peuvent sauter à la façon des Puces et des Altises (ex.: *Podurelles*). La constitution des pièces buccales (mâchoires et mandibules) permet de les rapprocher des Orthoptères et notamment des Blattes (Fig. 199).

On a divisé les Thysanoures en trois sous-familles : *Campodéidés*, *Lépismidés* et *Poduridés*, d'après la forme du corps, la dimension des antennes et la constitution des appendices abdominaux.

Comme exemple de Thysanoure, nous pouvons citer le *Lépisme du sucre*, petit animal allongé, un peu déprimé, brillant comme de l'argent, qui s'enfuit avec agilité lorsqu'on remue les vieux papiers conservés dans les placards humides.

2e *Ordre :* Archiptères.

(Orthonévroptères. Pseudonévroptères).

(Type : *Éphémère*).

On range sous ce nom un certain nombre d'Insectes qui faisaient autrefois partie de l'ordre des *Névroptères*,

et qui ne s'en distinguent, en réalité, que par la plus grande simplicité des métamorphoses (Fig. 200).

Leur appareil buccal est conformé sur le type broyeur; leurs ailes, au nombre de quatre, grandissent progressivement et sont parcourues par des nervures nombreuses mais peu différenciées, où dominent les branches transversales.



Fig. 200.— *Ephémère commune* ; abondante au printemps au bord des eaux. (d'ap. nat.).

Les représentants les mieux connus de cet ordre, en France, sont les Ephémères et les Libellules, dont les larves mènent une vie aquatique. Les Termites, si remarquables par leurs instincts sociaux, vivent dans les régions chaudes du globe.

3e *Ordre* : **Orthoptères.**

(Type : *La Grande Sauterelle verte*).

On peut considérer les Orthoptères comme un rameau dérivé des Archiptères : la bouche est également conformée sur le type broyeur et les métamorphoses sont incomplètes. Lorsque les larves sortent de l'œuf, leur forme rappelle, de très près, celle de l'adulte, sauf qu'elles sont privées d'ailes et d'organes génitaux ; les transformations qu'elles subissent se bornent donc à l'accroissement du corps et des ailes ; les organes sexuels se développent peu à peu et la larve, finalement, arrive à l'état

d'Insecte parfait (Fig. 201). Mais jamais, à aucun moment de leur existence, ces larves ne présentent la phase de pupe ou de nymphe immobile qu'on observe chez les Insectes à métamorphoses complètes.

Les ailes inférieures des Orthoptères présentent à peu près la même nervation que celles des Archiptères ; mais, de plus, elles peuvent se plier, dans le sens de la longueur, à la façon d'un éventail (Fig. 201) ; les ailes supérieures sont transformées en élytres.

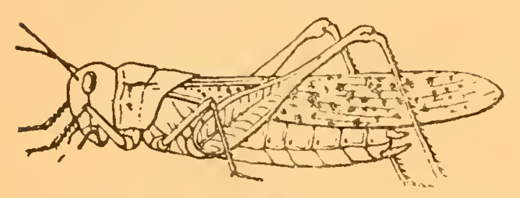


Fig. 201. — Le *Criquet cendré* le plus grand des Acridiens français. (8-10 centim.)

On trouve les Orthoptères dans toutes les parties du monde ; cependant leur nombre diminue à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur dans la direction des pôles.

Les principaux représentants de cet ordre en Europe sont : les Forficules, les Blattes, les Mantes, les Phasmes, les Acridiens, les Locustes et les Grillons.

II° Insectes a métamorphoses incomplètes (*Hémimétabola*).

4e *Ordre :* **Hémiptères.**

(Type : *Punaises des bois*).

Les Hémiptères (*emitus* demi et *pteron* aile) ont reçu ce nom à cause de la conformation de leurs ailes supérieures qui, dans les espèces les plus parfaites, sont cornées à leur base et membraneuses à leur extrémité ; ce sont donc des demi-élytres, d'où le nom d'Hémiptères.

La bouche des Hémiptères est conformée pour piquer ; elle comprend, en effet, un rostre pointu, assez dur pour

pénétrer dans le corps des animaux ou dans les tissus des végétaux.

Les métamorphoses sont incomplètes et la jeune larve diffère peu de l'adulte, sauf, comme toujours, par l'absence d'ailes et d'organes génitaux ; toutefois, les ailes n'apparaissent qu'à l'avant-dernière mue. La parthénogénèse se rencontre normalement chez les Aphidés et chez les Coccidés.



Fig 202. — La Punaise des Bois (*Rhaphigaster nebulosa*) (d'après nat.).

Comme beaucoup d'Hémiptères ont leurs quatre ailes semblables, on a été obligé de diviser cet ordre en deux sections :

1° *Hétéroptères*, qui possèdent des demi-élytres bien caractérisés (*Punaises*) (Fig. 202).

2° Les *Homoptères*, dont les quatre ailes sont semblables (*Cigales*).

Les Hémiptères sont répandus dans toutes les parties du monde ; beaucoup de formes comptent parmi les plus dangereux parasites des végétaux (*Phylloxera*, *Cochenilles*, etc.).

III° Insectes a métamorphoses complètes (*Holométabola*).

5e *Ordre :* **Coléoptères.**

(Type : *Hanneton*).

Les Coléoptères se reconnaîtront toujours facilement aux caractères suivants :

1° Les ailes de la première paire sont dures, elles constituent des sortes d'étuis cornés appelés *élytres* (1),

(1) D'où le nom de Coléoptères : *koleos* étui et *pteron* aile.

immobiles pendant le vol et qui servent seulement à recouvrir et à protéger les ailes inférieures membraneuses (Fig. 203). Mais, comme les ailes membraneuses, sont généralement très longues, elles doivent se replier *en travers* pour s'abriter sous les élytres.

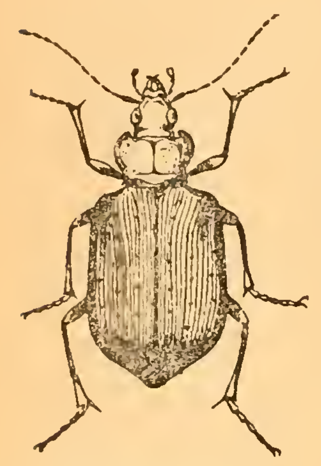


Fig. 203. — Le *Calosome sycophante* (d'après nat.).

2° La bouche est conformée pour broyer les aliments, car la plupart des Coléoptères se nourrissent de substances solides.

3° Enfin, tous subissent des métamorphoses complètes.

Cet ordre paraît être le plus nombreux de tous, parmi les Insectes, car il ne renferme pas moins de 100.000 espèces.

6e *Ordre :* **Névroptères.**

(Type : *Fourmilion*).

Les Névroptères dérivent évidemment des Archiptères, dont ils présentent tous les caractères ; mais ici, les métamorphoses sont complètes.

Quelques Névroptères sont adaptés à la vie terrestre, comme par exemple les *Fourmilions*, les *Ascalaphes* (Fig. 204), etc. ; mais d'autres ont conservé les habitudes ancestrales, tels sont les Phryganes, dont les larves sont aquatiques et vivent à l'intérieur de fourreaux qu'elles

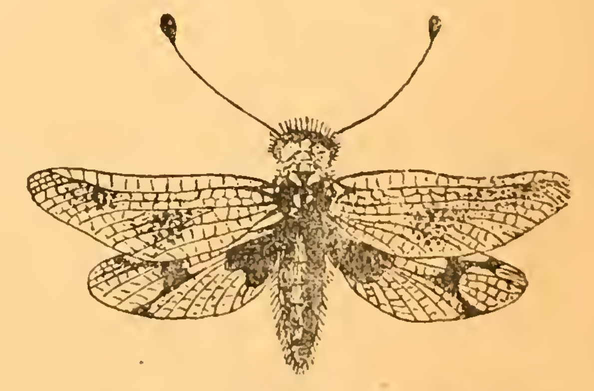


Fig. 204. — L'*Ascalaphe de Hongrie*, type de Névroptère (d'ap. Rambur).

se fabriquent avec des grains de sable, des brindilles de bois ou de petites coquilles.

Les ailes des Phryganes sont couvertes de poils ou d'écailles ; leur bouche, profondément modifiée, tend à devenir une sorte de trompe très courte, formée par les deux mâchoires accolées.

Tous ces caractères permettent de considérer les Phryganides comme les ancêtres des Lépidoptères.

7e *Ordre :* **Hyménoptères.**

(Type : *Abeille*, *Bourdons*).

Les Hyménoptères normaux possèdent tous quatre ailes transparentes parcourues par des nervures peu nombreuses ; de plus, les ailes inférieures, toujours beaucoup plus petites que les ailes supérieures, sont rattachées à ces dernières par une rangée de poils crochus. Cette disposition, qui oblige les deux ailes à se mouvoir en même temps, est certainement très avantageuse pour le vol (Fig. 205).



Fig. 205. — Un *Bourdon*, type d'Hyménoptère.

La bouche des Hyménoptères est constituée sur le type *lécheur*, c'est-à-dire que toute sa partie supérieure (lèvre et mandibules) ressemble au type broyeur, tandis que la partie inférieure (mâchoires et lèvre inférieure) forme une sorte de languette servant à l'Insecte à recueillir les aliments liquides, dont il fait sa nourriture, comme à l'aide d'un pinceau.

Les Hyménoptères subissent tous des métamorphoses complètes, et plusieurs espèces, comme par exemple, les Abeilles, les Guêpes, les Fourmis, vivent en sociétés admirablement organisées.

8e *ordre :* **Lépidoptères.**

(Type : *Vanesse*).

L'ordre des Lépidoptères comprend tous les Insectes que, dans le langage courant, on désigne sous le nom de Papillons. Leur caractère principal consiste en ce que leurs quatre ailes sont recouvertes d'une multitude de petites écailles diversement colorées, se recouvrant comme les tuiles d'un toit. Aussitôt qu'on touche un Papillon, ces écailles se détachent sous forme d'une fine poussière qui se colle aux doigts (Fig. 206).

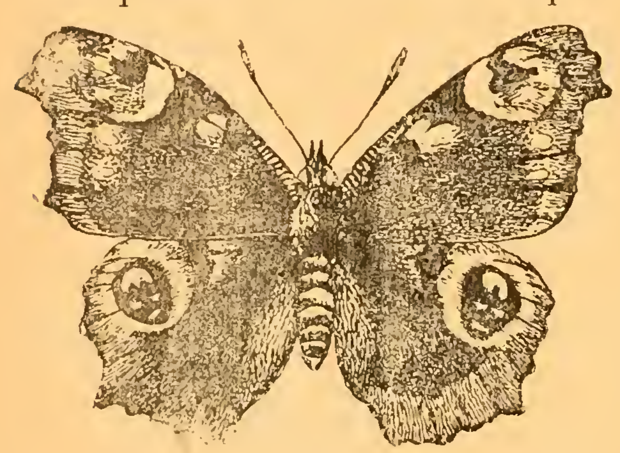


Fig. 206. — Le Paon de jour (*Vanesse Io*), type de Lépidoptère (d'ap. nat.).

La bouche est disposée pour la succion ; elle est constituée par une trompe très longue, qui s'enroule en spirale lorsque l'Insecte est au repos, et qui se déroule quand il veut aller puiser sa nourriture au fond de la corolle des fleurs.

Les métamorphoses sont toujours complètes, et la nymphe immobile est désignée sous le nom de *Chrysalide*, la larve elle-même porte le nom de *Chenille*.

On peut distinguer deux sous-ordres parmi les Papillons :

1° Les Papillons diurnes (*Rhopalocères*), dont les ailes sont relevées au repos.

2° Les Papillons nocturnes (*Hétérocères*), dont les ailes sont horizontales au repos.

Il existe quelques Lépidoptères utiles (*Ver à soie*), mais la plupart sont très nuisibles, à cause de la voracité de leurs chenilles, qui se nourrissent fréquemment de feuilles.

9e *Ordre :* **Diptères.**

(Type : *Mouche*).

Ces Insectes sont très faciles à distinguer de tous les autres puisque, comme leur nom l'indique, leur corps ne porte jamais que deux ailes. Ce sont les deux ailes de la paire antérieure qui ont persisté ; toutefois, celles de la partie postérieure n'ont pas complètement disparu ; elles se retrouvent, sur les côtés du corps, sous forme de petites massues appelées *balanciers*, recouvertes par une sorte de petite écaille nommée *cuilleron*. Malgré la modification profonde qu'ils ont subie, les balanciers jouent certainement encore un rôle important dans la locomotion, car si on enlève, à une Mouche, ses balanciers, elle devient incapable de diriger son vol (Fig. 207).



Fig. 207. — La Mouche commune, type de Diptère (d'ap. nat., grossie 3 fois).

La bouche est conformée pour aspirer les liquides.

Les métamorphoses sont complètes, et les larves, quoique très actives, sont presque toujours dépourvues de pattes ; la chrysalide est ovoïde et ne laisse voir, à

la surface de ses téguments, aucun des organes de l'Insecte parfait.

Beaucoup de Diptères vivent en parasites sur les animaux ou sur les végétaux ; quelque-uns, par leur piqûre (*Moustiques*, *Mouches*), peuvent inoculer les maladies les plus dangereuses (*paludisme*, *maladie du sommeil*, *fièvre jaune*, etc.).

Dans les volumes suivants de l'*Encyclopédie scientifique*, et notamment dans ceux qui traiteront des *Coléoptères*, on trouvera des tableaux analytiques illustrés, qui permettront de déterminer tous les genres européens et même un très grand nombre d'espèces françaises.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

A

Amans (P). Essai sur le vol des Insectes (*Rev. des Sc. nat. Montpellier* 3e *série, t. II*, 1883 et *t. III*, 5 pl., 1884, in-8°).

Anglas (J). **1**. Sur l'histolyse et l'histogénèse des muscles des Hyménoptères pendant la métamorphose. (*Bull. de la Soc. entomol. de France*, n° 18, 1899 p. 348, Paris, in-8°).

— **2**. Observations sur les métamorphoses internes de la Guêpe et de l'Abeille. *Thèse* (*Bull. sc. France et Belgique*. T. XXXIV, Paris, 1900, in-8°).

— **3**. Les Phénomènes des Métamorphoses internes (*Scientia. Série biologique*. Paris, Gauthier-Villars, 1902, in-12°.)

Audouin (J. V.). Recherches anatomiques sur le thorax des animaux articulés et celui des Insectes hexapodes en particulier (*Ann. des Sc. nat. Zool. t. I*. 1824, Paris, in-8°, nombr. planches).

B

Balbiani (E. G.). La Parthénogénèse (*Journal de micrographie*, 2e année, Paris, 1878, in-8°

Ballowitz (E.). Untersuchungen uber die Struktur der Spermatozoen, etc. Die Spermatozoen der Insekten. I. Coléopteren (*Zeitschr. f. wissensch. Zool.*, t. I, Leipzig 1890, mit. 4 Taf.)

Bataillon (E.). La métamorphose du Ver à soie et le déterminisme évolutif. (*Bull. scient. France et Belgique*, t. XXV, Paris, 1893, in-8°.

Beauregard (H). *Les Insectes vésicants*, Paris, Alcan, 1890, in-8°.

Berlese (A.). Gli Insetti. Organizzazione, embryologia, abitudine e rapporti coll'uomo, 2 vol. Milano, 1906-1909, in-4°.

Blanc (L.). Étude sur la sécrétion de la soie et la structure du brin et de la bave dans le *Bombyx mori*. Lyon, 1889. 4 pl.

Blanchard (E.). **1**. *Histoire des Insectes*, 2 vol. Paris 1845, in-8° avec 20 pl.

— **2**. Recherches anatomiques et zoologiques sur le système nerveux des Insectes. (*Ann. des Sc. nat. zool.*, t. V, 1847, Paris. 8 pl.)

— **3**. *Les Insectes, métamorphoses, mœurs et instincts*, 1 vol. Paris, 1866, gr. in-8° avec 200 fig. et 40 pl. (2e édit 1876).

Bobretzky (N.). Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei Insecten. (*Zeitschr. fur wissensch. Zool.*, t. XXXI, Leipig 1877, 1 pl.)

Bonnet (Ch.). Traité d'Insectologie ou observations sur les Pucerons Paris, 1745, 2 vol. in-12°, 8 pl.

Bordas (L.). **1**. Les glandes défensives ou glandes anales des Coléoptères. (*Ann. de la Faculté des Sc. de Marseille*, t. IX, fasc. 5, Marseille 1890, 2 pl. in-8°).

— **2**. Recherches sur les organes reproducteurs mâles des Coléoptères. (*Ann. des Sc. nat. zool.*, 10e série, t. XI. Paris, 1900. 10 pl. in-8°.)

Boussac (H.). Le Scarabée sacré. (Le *Naturaliste*). E. Deyrolle, Paris 1905, in-4° p. 136-149.

Brauer (F.). Betrachtung uber die Verwandlung der Insekten im Sinne der Descendenz-Theorie. (*Verhandlung de k. k. zool-bot. Gesell. Wien.* Bd. XIX, 1869).

Brehm (A. E.). Merveilles de la nature. Les Insectes, les Myriapodes et les Arachnides par Künckel-d'Herculais, Paris, J. B. Baillière, 2 vol. in-4° avec 36 pl.

Brongniart (Ch.). **1**. Note sur quelques Insectes fossiles du terrain houiller qui présentent au prothorax des appendices aliformes. (*Bull. de la Soc. Philomathique de Paris*, 8e série, t. II, n° 3, p. 154. in-8°. 2 pl.).

— **2**. Recherches pour servir à l'histoire des Insectes fossiles des temps primaires, précédées d'une étude sur la nervation des ailes des Insectes. Saint-Étienne, 1893, atlas de 37 pl. in-folio.

C

Candèze (E.). Les moyens d'attaque et de défense chez les Insectes. (*Bull. Acad. roy. de Belgique*, t. XXXVIII, 1884, Bruxelles, in-8°).

Chabrier (J.). Essai sur le vol des Insectes. (*Mémoires du Muséum d'Hist. nat.* Paris, 1820-1822, vol. VI, VII et VIII, in-4°).

CHATIN (J.). Morphologie comparée des pièces maxillaires, mandibulaires et labiales chez les Insectes broyeurs. 1 vol. Paris, 1884.

CHOLODKOWSKY (N.A.). **1**. Ueber den Bau der Testikel bei Schmetterlingen. (*Zool. Anzeiger*, t. III, 1880).

— **2**. Ueber die Hoden der Lepidopteren (*Zool. Anzeig.* Leipzig, t. VII, 1884, in-8°).

CIACCIO (G. V.). Dell'anatomia minute de quei muscoli che negl' Insetti muovono le ali. (*Rend. Accad. Sc. Bologna*, 1882 et Mem. Accad. Bologna, 4e série, t. VIII).

COMSTOCK (J. H.). **1**. *A manual for the Study of Insects.* Ithaca, 1895, 1 vol. in-8°.

— **2**. The Wings of Insects. An exposition of the uniform Terminology, etc. New-York, 1918. 1 vol. gr. in-8° 430 pp. 10 pl. et 427 fig. dans le texte.

CUÉNOT (L.). **1**. Moyens de défense dans la série animale (*Encycl. scient. des Aides mém.* 1 vol., Paris, 1892, in-12°).

— **2**. Études sur le sang, son rôle et sa formation dans la série animale. Part 2. Invertébrés. Note préliminaire. (*Arch. de zool. expériment.*, 2e série 1888 et 3e série 1897, Paris, Reinwald, in-8°).

D

DAGUIN (E.). Les Insectes comestibles dans l'antiquité et de nos jours (*Le Naturaliste*, Paris, E. Deyrolle, nos 285-290, 1900, in-4°).

DARBOUX et HOUARD (C.). Catalogue systématique des Zoocécidies de l'Europe et du bassin méditerranéen. (*Bull. scient. de la France et de la Belgique* 6e série, t. XXIV, Paris, 1901, gr. in-8°, 540 pages. 850 fig.) — 2e édit. Hermann, Paris, 1907.

DEWITZ (H.). Beiträge zur Kenntniss der postembryonal. Gliedmassenbildung bei den Insecten. (*Zeitschr. f. wissens Zool.* Bd. XXX, suppl. Leipzig, 1878, in-8°).

DUFOUR (L.). Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Coléoptères. (*Ann. Sc. nat. zool.*, Paris, t. II, III, IV, V, VI, VII, 1824-26 et nombreux autres Mémoires jusqu'en 1862).

F

FABRE (J.H.). **1**. Mémoire sur l'Hypermétamorphose et les mœurs des Méloïdes (*Ann. des Sc. natur. zool.*, 4e série, t. VII, Paris, 1857, in-8o).

— **2**. 2e Mémoire. (*Ann. des. Sc. nat. zool.*, 4e série, t. IX. Paris, 1858, in-8o).

FAIVRE (E.). Recherches expérimentales sur la distinction de la sensibilité et de l'excitabilité dans les différentes parties du système nerveux d'un Insecte, le *Dytiscus marginalis.* (*Ann. des. Scienc. nat. Zool.* 5e série. T. I. 1864, in-8o.

FAUVEL (ALBERT). *Faune gallo-rhénane ou species des Insectes qui habitent la France, la Belgique*, etc. Caen, Le Blanc-Hardel, 1868, in-8o.

FOREL (A.). Expériences et remarques critiques sur les sensations des Insectes. (*Recueil zool. Suisse*, t. IV. Genève, 1887. Appendice t. IV, in-8o).

G

GADEAU DE KERVILLE (H.). *Les Insectes phosphorescents*, Rouen, 1er fasc. 55 p. 4 pl. color. 1881, 2e fasc. 135 pp. 1887 ; in-8o.

GAZAGNAIRE (I.). Des glandes chez les Insectes. (*C. R. Acad. des Sciences*, Paris, t. CII, 1886, in-4o.

GIARD (A.). Convergence et pœcilogonie chez les Insectes (*Bull. Soc. entom. de France*, t. XLIII, 1894.

GIRARD (M.). **1**. Les *Insectes. Traité élémentaire d'entomologie*, 3 vol., Paris 1873-1885, gr. in-8o.

— **2**. *Les métamorphoses des Insectes.* Paris, Hachette, 5e édit. 1879, in-12.

GRABER (V.). Die Insekten. Ie Theil. Der Organismus der Insekten. IIe Theil. Vergleichende Lebens-und Entwicklungsgeschichte der Insekten. München 1877, 2 vol. in-12o, 404 fig.

GRASSI (B.). Les ancêtres des Myriapodes et des Insectes. Anatomie comparée des Thysanoures et considérations générales sur l'organisation des Insectes. (*Archiv. italien.Biol.* vol. XI. Turin, 1889.

GUITEL (F.). Sur la création d'une Station entomologique à la Faculté des Sciences de Rennes. (*Archives de zool. expérimentale et générale*, vol. VI. (p. XCIII, Paris, Schleicher, in-8o).

H

HAASE (E.). Die Abdominalanhange der Insekten mit Berücksichtigung der Myriapoden. (*Morphol. Jahbr.* Bd. XV, Leipzig, 1889, in-8°.

HAUSER (G.). Recherches physiologiques et histologiques sur l'organe de l'odorat chez les Insectes. (*Archiv. de zool. experim.*, t. VIII, Paris, 1880, in-8°).

HEER (Osw.). *Die Insektenfauna der Tertiärgebilde von Œningen und Radaboj.* Leipzig. 3 Theilde 1847-53, in-4°.

HENNEGUY (L. P.). **1.** Les modes de reproduction chez les Insectes. (*Bull. de la Soc. philomatique*, 9e série, t. I, Paris, 1899, in-8°).

2. *Les Insectes. Morphologie, Reproduction, Embryogénie.* Paris. Masson, 1904, avec 622 fig. et 4 pl. en couleur hors texte, gr. in-8°.

HEYMONS (R.). Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina.* (*Zeitschr. f. wissens. zoologie*, t. XLII, Leipzig, in-8°).

HOULBERT (C.). **1.** Rapports naturels et phylogénie des principales familles de Coléoptères. (*Bull. des Sciences nat. de la Faculté des Sc. de Paris.* A. Fourneau, 1894. 4e Année).

— **2.** Le système tarsal; étude d'entomologie systématique. (*Miscellanea entomologica.* Narbonne, 1895. T. III. in-8°).

— **3.** La Loi de la Taille et l'évolution des Coléoptères. (*Congrès internat. de Zoologie.* Monaco, 1913. gr. in-8° 46 pp. 14 fig. dans le texte).

HOWARD (L. O.). *A Study in Insect parasitism.* (Divis. of Entomol. *Technical, série* n° 5, Washington, 1897, in-8°.)

J

JACQUELIN-DUVAL (C.). Genera des Coléoptères d'Europe comprenant leur classif. en familles naturelles, 4 vol. Paris. A Deyrolle, 1857-1862, pl. gr. in-8°.

JANET (Ch.). **1.** Essai sur la constitution morphologique de la tête de l'Insecte. G. Carré et Naud, Paris, 1899, in-8° avec 7 pl.

— 2. Anatomie du corselet de la *Myrmica rubra Reine* (*Mém de la Soc. zool. de France*. Paris. T. XI. 1898, p. VI.)

K

Kieffer (J.-J.). Synopsis des Zoocécidies d'Europe, (*Ann. de la Soc. entom. de France*, Paris, 1901, in-8°).

Kirby (W.) et Spence (W.). *Introduction to entomology*, 1815-1826.

Kolbe (H.-J.). *Einführung in die Kenntniss der Insekten*, Berlin, F. Dümmler, 1895. 324 fig. in-8°.

Kowalevsky (A.). Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwickelung der Musciden. (*Zeitschr. f. wissensch. zool*, t. XLV, Leipzig, 1877, in-8°).

Künckel-d'Herculais. (J.). Observations sur l'hypermétamorphose ou hypnodie chez les Cantharidiens. La phase dite de pseudo-chrysalide considérée comme phénomène d'enkystement. (*Ann. de la Soc. entom. de France*, Paris, t. LXIII, 1894).

L

Lacaze-Duthiers (H.). Recherches sur l'armure génitale femelle des Insectes. (*Ann. des Sc. nat. zool.* t. XII, 1849 ; t, XIV, 1850 ; t. XVIII, 1852 ; t. XIX, 1853, Paris, in-8°).

Lacordaire (Th.). *Introduction à l'Entomologie*, Paris, Roret, 1834-1838, 2 vol. in-8° avec 24 planches.

Lameere (A.). La raison d'être des métamorphoses chez les Insectes. (*Ann. de la Soc. entomol. de Belgique*, t. XLIII, 1899, Bruxells, in-8°.

Lang (A.). *Traité d'Anatomie comparée et de zoologie*, Paris, 1891. 1 vol. in-8° av. fig. (Trad. G. Curtel).

Latreille 1. *Précis des caractères génériques des Insectes disposés dans un ordre naturel*, Brives, an V (1796), in-8°, 208 pp.

— 2. Des Insectes peints ou sculptés sur les monuments antiques de l'Égypte. (*Mémoires du Muséum d'Hist. naturelle*, Paris 1819, 21 pp. 1 pl. in-4°.)

Lecaillon (A.). Recherches sur l'œuf et sur le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides. A. Désiré, Paris, 1898 4 pl. in-8°.

Leydig (F.) Beiträge zur Anatomie und Histologie der Insekten. (*Zool. Anzeig. Leipzig*, 1887).

Lœb (J.). *La dynamique des phénomènes de la vie.* Paris, Alcan, 1908, in-8° (Trad. H. Daudin et Schæffer).

Lubbock (J). De l'origine et des métamorphoses des Insectes (*Trad. J. Grolous*. Paris, C. Reinwald, 1880. in-12°, 7 pl.

M

Marey (E.J.). Mémoire sur le vol des Insectes et des Oiseaux. (*Ann des Sc. nat. Zool.*, 5e série, t. XII, 1869 et t. XV, 1872, 42 fig. Paris, in-8°).

Marchal (Paul). **1.** Utilisation des Insectes auxiliaires entomophages dans la lutte contre les Insectes nuisibles à l'Agriculture. (*Annales de l'Institut agronomique*, 2e série, t. VI, Paris, 1907, in-8°).

— **2.** L'Entomologie appliquée en Europe. (*Bull de la Soc. nat. d'acclimatation de France*. Paris, 1896, in-8°).

— **3.** *Les Sciences biologiques appliquées à l'agriculture et la lutte contre les ennemis des plantes aux États-Unis*, Paris (Lhomme), 1916, 1 vol. in-8°.

Mayer (Paul). Ueber Ontogenie und Phylogenie der Insekten, Iena, 1876. (*Zeitschrift fur Naturwissenschaft.* X. Band. in-8°, p. 121-221 avec 4 planches).

Miall (L.) and Denny (A.). The structure and Life-history of the cockroach, (*Periplaneta orientalis*). (*An introduction to the study of Insects*. London, 1887, in-8°).

Mingazini (P.). Ricerche sul canale digerente dei Lamellicorni fitofagi. (Larve e Insetti perfetti). (*Mitteil, zool. Station zu Neapel* t. IX, Berlin, 1889-1891, 7 pl).

Mégnin (P.). *Les parasites articulés chez l'hommes et les animaux utiles.* Paris, Masson, 1895, 1 vol. in-8° et atlas XXVI pl.

N

Newport (F.). On the Use of the Antennæ of Insects. (*Trans entom. Soc. London*, t. II, 1840. in-8°).

O

OBERTHÜR (Ch.). **1.** Observations sur les lois qui régissent les variations, chez les Insectes Lépidoptères. (*Feuille des Jnes. Nat.*, 3e série, n° 277. Paris, 1893, in-8°).

— **2.** Du Mimétisme chez les Insectes. (*Feuill. des. Jnes. Nat.* nor 304, 308, 309, 1896. n° 313, 1897, Paris, in-8°).

OSBORN (H.). The duty of economic entomology. (*Bull.* n° 7, *New Série*, Washington. 1898, in-8°, p. 6-13).

OUSTALET (E.). *Recherches sur les Insectes fossiles des terrains tertiaires de la France*, Paris, Masson, 1874. 1 vol. in-8°. 1re part., 174 p., 6 pl., 2e part., 381 p., 6 pl.

P

PACKARD (A.S.). *A Text-book of Entomology*, including the anatomy, physiology, embryology and metamorphoses of Insects. New-York. The Macmillan Company, 1903, in-8°.

PEREZ (Ch.). Sur la métamorphose des Insectes. (*Bull. de la Soc. entomol. de France*, N° 20, p. 398, Paris 1899, in-8°).

PLATEAU (N). **1.** Sur la force musculaire des Insectes. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 2e série, t. XX, Bruxelles 1865 et t. XXII, 1866).

— **2.** Recherches expérimentales sur la vision chez les Insectes. (*Bull. Acad. Belg.* 1885-1889 Bruxelles in-4°).

PEYERIMHOFF (P. de). La larve des Insectes Metabola et les idées de Fr. Brauer. (*Feuill. des Jnes. Nat.*, nos 398, 399, Paris, in-8°.

PEYTOUREAU (S. A.). *Contribution à l'étude de la Morphologie de l'Armure génitale des Insectes.* J. Durand Bordeaux, 1895, 22 pl.

R

REDTENBACHER (J.). Vergleichende Studien über das Flugelgeäder der Insekten. (*Ann. des. k k. naturhist Hofmuseums zu Wien.* 1886. mit 12 Taf.)

RILEY (C. V.). **1.** The periodical Cicada.(*Report of the Commission of Agriculture*, Washington, 1886, in-8°).

— **2.** Sur l'importation artificielle des parasites et ennemis naturels des Insectes nuisibles aux végétaux, (*C. R. des séances du Congrès international de zoologie.* Paris, 1889).

S

SCHRŒDER (Ch.). Was schützt den Falter ? (*Illustr. Wochenschr. f. Entomol.* I. Jahrg. Neudamm 1896, in-8°).

SCUDDER (S. H.). *Palæodictyoptera, or the affinity and classification of palæozoic Hexapoda.* Boston, 1885.

SILFVENIUS (A. J.). Beiträge zur metamorphose der Trichopteren. (*Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica*, t. XXVII. Helsingfors. 1905, in-8. mit 4 Tafeln).

SILTALA (A. J.). Ueber die postembryonale Entwicklung der Trichopteren Larven. (*Zool. Jahrbüchern.* Supplementband. IX. G. Fischer. Jena, 1907, in-8°, 17 pl.).

STANDFUSS (M.). On the causes of variation and coloration in the imago stage of Butterflies, with suggestion on the etablissement of new species. (*The Entomologist*, vol. XXVIII, London 1896, in-8°).

STRAUS-DURCKHEIM (H. E.). *Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés*, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du Hanneton vulgaire. Paris, 1828, avec atlas de 19 planches.

T

TOWER (W. J.). The developpement of colors and color pattern of Coleoptera, with observations upon the developpement of color in other orders of Insects (*Publications of the University of Chicago*, 1903, t. X, gr. in-8°).

TRIMEN (R.). Protective ressemblance in Insects (*The Entomologist.* t. XVIII, London, 1885, in-8°).

TROUESSART (Dr E.). La Géographie zoologique. (*Biblioth. scient. contemp.* Paris, J.-B. Baillière, 1890, in-12).

V

VANEY (C.). Contribution à l'étude des larves et des métamorphoses des Diptères. Thèse. (*Ann. de l'Univ. de Lyon*, t. I. 1902, in-8°).

VAYSSIÈRE (A.). Recherches sur l'organisation des larves des Éphémérides, (*Ann. des Sc. nat. zool.*, 6e série, t. XIII, Paris, 1882, in-8°).

Viallanes (H.). Études histologiques et organologiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés. Nombreux Mémoires. (*Ann. des Sc. nat. zool.*, 6e et 7e série, Paris, 1884-1991, in-8o).

W

Wagner (N.). Spontane Fortpflanzung bei Insektenlarven. (*Denkschrift. de Kais Kasan'schen Univers*, 1862).

Weismann (A.). Studien zur Descendenztheorie. I. Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge. — II. Die Entstehung der Zeichnung bei den Schmetterlings-Raupen. Leipzig, 1876, in-8o).

Westwood (J. O.). *An Introduction to the modern classification of Insects*. 2 vol. Longmann and Co London, 1838-40, in-8o).

Wheeler (W. M.). The primitive number of Malpighian vessels in Insects. (*Psyche*. Cambr. t. II, 1893, in-8o).

Woodworth (C. W.). The wings veins of Insects (University of California publications. *Technical Bulletins*, *vol. I*, 1906, Sacramento, gr. in-8o).

Il ne fallait pas songer à donner ici une bibliographie complète de la littérature entomologique ; nous nous sommes borné à l'indication des ouvrages généraux les plus importants, réservant pour les volumes qui suivront les travaux plus spécialisés.

Le lecteur qui voudra appronfondir une question, trouvera d'ailleurs, dans la plupart des auteurs cités, une bibliographie étendue ; mais, nous signalons tout particulièrement sous-ce rapport les ouvrages de Lang, Kolbe, Packard, Henneguy et Berlese.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES AUTEURS ET DES MATIÈRES

G

H

P

T

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

CHAPITRE III

CHAPITRE IV

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII

DEUXIÈME PARTIE. — **Fonctions de nutrition.**

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

CHAPITRE X

CHAPITRE XI

CHAPITRE XII

TROISIÈME PARTIE. — **Fonctions de relations.**

CHAPITRE XIII

CHAPITRE XIV

CHAPITRE XV

QUATRIÈME PARTIE

Fonctions de reproduction.

CHAPITRE XVI

CHAPITRE XVII

CHAPITRE XVIII

CHAPITRE XIX

CHAPITRE XX

CHAPITRE XXI

LIVRE DEUXIÈME

PREMIÈRE PARTIE. — **Embryogénie.**

CHAPITRE I

CHAPITRE II

CHAPITRE III

DEUXIÈME PARTIE

Biologie générale des larves.

CHAPITRE IV

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

LIVRE TROISIÈME

PREMIÈRE PARTIE. — **Entomologie économique.**

CHAPITRE I

CHAPITRE II

CHAPITRE III

CHAPITRE IV

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

Nous avons entrepris la publication, sous la direction générale de son fondateur, le Dr Toulouse, Directeur à l'École des Hautes-Études, d'une ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE de langue française dont on mesurera l'importance à ce fait qu'elle est divisée en 40 sections ou Bibliothèques et qu'elle comprendra environ 1000 volumes. Elle se propose de rivaliser avec les plus grandes encyclopédies étrangères et même de les dépasser, tout à la fois par le caractère nettement scientifique et la clarté de ses exposés, par l'ordre logique de ses divisions et par son unité, enfin par ses vastes dimensions et sa forme pratique.

I

PLAN GÉNÉRAL DE L'ENCYCLOPÉDIE

Mode de publication. — L'*Encyclopédie* se composera de monographies scientifiques, classées méthodiquement et formant dans leur enchaînement un exposé de toute la science. Organisée sur un plan systématique, cette Encyclopédie, tout en évitant les inconvénients des Traités, — massifs, d'un prix global élevé, difficiles à consulter, — et les inconvénients des Dictionnaires, — où les articles scindés irrationnellement, simples chapitres alphabétiques, sont toujours nécessairement incomplets, — réunira les avantages des uns et des autres.

Du Traité, l'*Encyclopédie* gardera la supériorité que possède

un ensemble complet, bien divisé et fournissant sur chaque science tous les enseignements et tous les renseignements qu'on en réclame. Du Dictionnaire, l'*Encyclopédie* gardera les facilités de recherches par le moyen d'une table générale, l'*Index de l'Encyclopédie*, qui paraîtra dès la publication d'un certain nombre de volumes et sera réimprimé périodiquement. L'*Index* renverra le lecteur aux différents volumes et aux pages où se trouvent traités les divers points d'une question.

Les éditions successives de chaque volume permettront de suivre toujours de près les progrès de la science. Et c'est par là que s'affirme la supériorité de ce mode de publication surtout autre. Alors que, sous sa masse compacte, un traité, un dictionnaire ne peut être réédité et renouvelé que dans sa totalité et qu'à d'assez longs intervalles, inconvénients graves qu'atténuent mal des suppléments et des appendices, l'*Encyclopédie scientifique*, au contraire, pourra toujours rajeunir les parties qui ne seraient plus au courant des derniers travaux importants. Il est évident, par exemple, que si des livres d'algèbre ou d'acoustique physique peuvent garder leur valeur pendant de nombreuses années, les ouvrages exposant les sciences en formation, comme la chimie physique, la psychologie ou les technologies industrielles, doivent nécessairement être remaniés à des intervalles plus courts.

Le lecteur appréciera la souplesse de publication de cette *Encyclopédie*, toujours vivante, qui s'élargira au fur et à mesure des besoins dans le large cadre tracé dès le début, mais qui constituera toujours, dans son ensemble, un traité complet de la Science, dans chacune de ses sections un traité complet d'une science, et dans chacun de ses livres une monographie complète. Il pourra ainsi n'acheter que telle ou telle section de l'*Encyclopédie*, sûr de n'avoir pas des parties dépareillées d'un tout.

L'*Encyclopédie* demandera plusieurs années pour être achevée car pour avoir des expositions bien faites, elle a pris ses collaborateurs plutôt parmi les savants que parmi les professionnels de la rédaction scientifique que l'on retrouve généralement dans les œuvres similaires. Or les savants écrivent peu et lentement ; et il est préférable de laisser temporairement sans attribution certains ouvrages plutôt que de les confier à des auteurs insuffisants. Mais cette lenteur et ces vides ne présenteront pas d'inconvénients, puisque chaque livre est une œuvre indépendante

et que tous les volumes publiés sont à tout moment réunis par l'*Index de l'Encyclopédie.* On peut donc considérer l'Encyclopédie comme une librairie, où les livres soigneusement choisis, au lieu de représenter le hasard d'une production individuelle, obéiraient à un plan arrêté d'avance, de manière qu'il n'y ait ni lacune dans les parties ingrates, ni double emploi dans les parties très cultivées.

Caractère scientifique des ouvrages. — Actuellement, les livres de science se divisent en deux classes bien distinctes : les livres destinés aux savants spécialisés, le plus souvent incompréhensibles pour tous les autres, faute de rappeler au début des chapitres les connaissances nécessaires, et surtout faute de définir les nombreux termes techniques incessamment forgés, ces derniers rendant un mémoire d'une science particulière inintelligible à un savant qui en a abandonné l'étude durant quelques années ; et ensuite les livres écrits pour le grand public, qui sont sans profit pour des savants et même pour des personnes d'une certaine culture intellectuelle.

L'*Encyclopédie scientifique* a l'ambition de s'adresser au public le plus large. Le savant spécialisé est assuré de rencontrer dans les volumes de sa partie une mise au point très exacte de l'état actuel des questions ; car chaque Bibliothèque, par ses techniques et ses monographies, est d'abord faite avec le plus grand soin pour servir d'instrument d'études et de recherches à ceux qui cultivent la science particulière qu'elle représente, et sa devise pourrait être : *Par les savants, pour les savants.* Quelques-uns de ces livres seront même, par leur caractère didactique, destinés à devenir des ouvrages classiques et à servir aux études de l'enseignement secondaire ou supérieur. Mais, d'autre part, le lecteur non spécialisé est certain de trouver, toutes les fois que cela sera nécessaire, au seuil de la section, — dans un ou plusieurs volumes de généralités, — et au seuil du volume, — dans un chapitre particulier, — des données qui formeront une véritable introduction le mettant à même de poursuivre avec profit sa lecture. Un vocabulaire technique, placé, quand il y aura lieu, à la fin du volume, lui permettra de connaître toujours le sens des mots spéciaux.

II

ORGANISATION SCIENTIFIQUE

Par son organisation scientifique, l'*Encyclopédie* paraît devoir offrir aux lecteurs les meilleures garanties de compétence. Elle est divisée en sections ou Bibliothèques, à la tête desquelles sont placés des savants professionnels spécialisés dans chaque ordre de sciences et en pleine force de production, qui, d'accord avec le Directeur général, établissent les divisions des matières, choisissent les collaborateurs et acceptent les manuscrits. Le même esprit se manifestera partout : éclectisme et respect de toutes les opinions logiques, subordination des théories aux données de l'expérience, soumission à une discipline rationnelle stricte ainsi qu'aux règles d'une exposition méthodique et claire. De la sorte, le lecteur, qui aura été intéressé par les ouvrages d'une section dont il sera l'abonné régulier, sera amené à consulter avec confiance les livres des autres sections dont il aura besoin, puisqu'il sera assuré de trouver partout la même pensée et les mêmes garanties. Actuellement, en effet, il est, hors de sa spécialité, sans moyen pratique de juger de la compétence réelle des auteurs.

Pour mieux apprécier les tendances variées du travail scientifique adapté à des fins spéciales, l'*Encyclopédie* a sollicité, pour la direction de chaque Bibliothèque, le concours d'un savant placé dans le centre même des études du ressort. Elle a pu ainsi réunir des représentants des principaux corps savants, Établissements d'enseignement et de recherches de langue française :

Institut.
Académie de Médecine.

Collège de France.
Muséum d'Histoire naturelle.
Ecole des Hautes-Etudes.
Sorbonne et Ecole normale.
Facultés des Sciences.
Facultés des Lettres.
Facultés de Médecine.
Institut Pasteur.
Ecole des Ponts et Chaussées.
Ecoles des Mines.

Ecole Polytechnique.
Conservatoire des Arts et Métiers.
Ecole d'Anthropologie.
Institut National agronomique.
Ecole vétérinaire d'Alfort.
Ecole supérieure d'Electricité.
Ecole de Chimie industrielle de Lyon.
Ecole des Beaux-Arts.
Ecole des Sciences politiques.

Observatoire de Paris.
Hôpitaux de Paris.

III

BUT DE L'ENCYCLOPÉDIE

Au XVIIIe siècle, « l'Encyclopédie » a marqué un magnifique mouvement de la pensée vers la critique rationnelle. A cette époque, une telle manifestation devait avoir un caractère philosophique. Aujourd'hui, l'heure est venue de renouveler ce grand effort de critique, mais dans une direction strictement scientifique ; c'est là le but de la nouvelle *Encyclopédie*.

Ainsi la science pourra lutter avec la littérature pour la direction des esprits cultivés, qui, au sortir des écoles, ne demandent guère de conseils qu'aux œuvres d'imagination et à des encyclopédies où la science a une place restreinte, tout à fait hors de proportion avec son importance. Le moment est favorable à cette tentative ; car les nouvelles générations sont plus instruites dans l'ordre scientifique que les précédentes. D'autre part, la science est devenue, par sa complexité et par les corrélations de ses parties, une matière qu'il n'est plus possible d'exposer sans la collaboration de tous les spécialistes, unis là comme le sont les producteurs dans tous les départements de l'activité économique contemporaine.

A un autre point de vue, l'*Encyclopédie*, embrassant toutes les manifestations scientifiques, servira comme tout inventaire à mettre au jour les lacunes, les champs encore en friche ou abandonnés, — ce qui expliquera la lenteur avec laquelle certaines sections se développeront, — et suscitera peut-être les travaux nécessaires. Si ce résultat est atteint, elle sera fière d'y avoir contribué.

Elle apporte en outre une classification des sciences et, par ses divisions, une tentative de mesure, une limitation de chaque domaine. Dans son ensemble, elle cherchera à refléter exactement le prodigieux effort scientifique du commencement de ce siècle et un moment de sa pensée, en sorte que dans l'avenir elle reste le document principal où l'on puisse retrouver et consulter le témoignage de cette époque intellectuelle.

On peut voir aisément que l'*Encyclopédie* ainsi conçue, ainsi réalisée, aura sa place dans toutes les bibliothèques publiques, universitaires et scolaires, dans les laboratoires, entre les mains

des savants, des industriels et de tous les hommes instruits qui veulent se tenir au courant des progrès, dans la partie qu'ils cultivent eux-mêmes ou dans tout le domaine scientifique. Elle fera jurisprudence, ce qui lui dicte le devoir d'impartialité qu'elle aura à remplir.

Il n'est plus possible de vivre dans la société moderne en ignorant les diverses formes de cette activité intellectuelle qui révolutionne les conditions de la vie ; et l'interdépendance de la science ne permet plus aux savants de rester cantonnés, spécialisés dans un étroit domaine. Il leur faut, — et cela leur est souvent difficile, — se mettre au courant des recherches voisines. A tous l'*Encyclopédie* offre un instrument unique dont la portée scientifique et sociale ne peut échapper à personne.

IV

CLASSIFICATION DES MATIÈRES SCIENTIFIQUES

La division de l'*Encyclopédie* en Bibliothèques a rendu nécessaire l'adoption d'une classification des sciences, où se manifeste nécessairement un certain arbitraire, étant donné que les sciences se distinguent beaucoup moins par les différences de leurs objets que par les divergences des aperçus et des habitudes de notre esprit. Il se produit en pratique des interpénétrations réciproques entre leurs domaines, en sorte que, si l'on donnait à chacun l'étendue à laquelle il peut se croire en droit de prétendre, il envahirait tous les territoires voisins ; une limitation assez stricte est nécessitée par le fait même de la juxtaposition de plusieurs sciences.

Le plan choisi, sans viser à constituer une synthèse philosophique des sciences, qui ne pourrait être que subjective, a tendu pourtant à échapper dans la mesure du possible aux habitudes traditionnelles d'esprit, particulièrement à la routine didactique, et à s'inspirer de principes rationnels.

Il y a deux grandes divisions dans le plan général de l'*Encyclopédie* : d'un côté les sciences pures, et, de l'autre, toutes les technologies qui correspondent à ces sciences dans la sphère des applications. A part et au début, une Bibliothèque d'introduc-

tion générale est consacrée à la philosophie des sciences (histoire des idées directrices, logique et méthodologie).

Les sciences pures et appliquées présentent en outre une division générale en sciences du monde inorganique et en sciences biologiques. Dans ces deux grandes catégories, l'ordre est celui de particularité croissante, qui marche parallèlement à une rigueur décroissante. Dans les sciences biologiques pures enfin, un groupe de sciences s'est trouvé mis à part, en tant qu'elles s'occupent moins de dégager des lois générales et abstraites que de fournir des monographies d'êtres concrets, depuis la paléontologie jusqu'à l'anthropologie et l'ethnographie.

Étant donnés les principes rationnels qui ont dirigé cette classification, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir apparaître des groupements relativement nouveaux, une biologie générale, — une physiologie et une pathologie végétales, distinctes aussi bien de la botanique que de l'agriculture, — une chimie physique, etc.

En revanche, des groupements hétorogènes se disloquent pour que leurs parties puissent prendre place dans les disciplines auxquelles elles doivent revenir. La géographie, par exemple, retourne à la géologie, et il y a des géographies botanique, zoologique, anthropologique, économique, qui sont étudiées dans la botanique, la zoologie, l'anthropologie, les sciences économiques.

Les sciences médicales, immense juxtaposition de tendances très diverses, unies par une tradition utilitaire, se désagrègent en des sciences ou des techniques précises ; la pathologie, science de lois, se distingue de la thérapeutique ou de l'hygiène, qui ne sont que les applications des données générales fournies par les sciences pures, et à ce titre mises à leur place rationnelle.

Enfin, il a paru bon de renoncer à l'anthropocentrisme qui exigeait une physiologie humaine, une anatomie humaine, une embryologie humaine, une psychologie humaine. L'homme est intégré dans la série animale dont il est un aboutissant. Et ainsi, son organisation, ses fonctions, son développement s'éclairent de toute l'évolution antérieure et préparent l'étude des formes plus complexes des groupements organiques qui sont offerts par l'étude des sociétés.

On peut voir que, malgré la prédominance de la préoccupation pratique dans ce classement des Bibliothèques de l'*Encyclopédie scientifique*, le souci de situer rationnellement les sciences dans leurs rapports réciproques n'a pas été négligé. Enfin il est à peine

besoin d'ajouter que cet ordre n'implique nullement une hiérarchie, ni dans l'importance ni dans les difficultés des diverses sciences. Certaines, qui sont placées dans la technologie, sont d'une complexité extrême, et leurs recherches peuvent figurer parmi les plus ardues.

Mode de publication. — Les volumes, illustrés pour la plupart, seront publiés dans le format in-18 jésus et cartonnés. De dimensions commodes, ils auront 350 pages environ, ce qui représente une matière suffisante pour une monographie ayant un objet défini et important, établie du reste selon l'économie du projet qui saura éviter l'émiettement des sujets d'exposition.

TABLE DES BIBLIOTHÈQUES

DIRECTEUR : Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : H. PIÉRON,

DIRECTEURS DES BIBLIOTHÈQUES :

1. *Philosophie des Sciences.* A. REY, professeur d'Histoire de la Philosophie dans ses rapports avec la Science à la Sorbonne.

I. SCIENCES PURES

A. Sciences mathématiques :

2. *Mathématiques* . . . . J. DRACH, chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

3. *Mécanique* . . . . . . J. DRACH, chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

B. Sciences inorganiques :

4. *Physique* . . . . . . A. LEDUC, professeur adjoint de physique à la Sorbonne.

5. *Chimie physique* . . . J. PERRIN, professeur de chimie physique à la Sorbonne.

6. *Chimie* . . . . . . A. PICTET, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.

7. *Astronomie et Physique céleste* . . . . . . J. MASCART, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.

8. *Météorologie* . . . . J. MASCART, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.

9. *Minéralogie et Pétrographie* . . . . A. LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

10. *Géologie* . . . . . . M. BOULE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, directeur de l'Institut de Paléontologie humaine.

11. *Océanographie physique.* J. RICHARD, directeur du Musée Océanographique de Monaco.

C. Sciences biologiques normatives :

12 *Biologie générale* . . .	M. CAULLERY, professeur de zoologie à la Sorbonne.
13. *Physique biologique* . .	A. IMBERT, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier.
14. *Chimie biologique* . .	G. BERTRAND, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, professeur à l'Institut Pasteur.
15. *Physiologie et Pathologie végétales*	L. MANGIN, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.
16. *Physiologie*	J.-P. LANGLOIS, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, directeur de la *Revue générale des Sciences.*
17. *Psychologie*	E. TOULOUSE, directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Etudes, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
18. *Sociologie*	G. RICHARD, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

---

19. *Microbiologie et Parasitologie*.		A. CALMETTE, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, et F. BESANÇON, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris, médecin des Hôpitaux.
20. *Pathologie.*	A. *Pathologie médicale* .	M. KLIPPEL, médecin des Hôpitaux de Paris.
	B. *Neurologie.*	E. TOULOUSE, directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Etudes, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
	C. *Path. chirurgicale.* . .	L. PICQUE, chirurgien des Hôpitaux de Paris.

D. Sciences biologiques descriptives :

21. *Paléontologie*		M. BOULE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, directeur de l'Institut de Paléontologie humaine.
22. *Botanique.*	A. *Généralités et phanérogames* . . .	H. LECOMTE, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
	B. *Cryptogames.*	L. MANGIN, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.
23. *Zoologie*		G. LOISEL, directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Etudes.

II. Sciences appliquées

A. Sciences mathématiques :

B. Sciences inorganiques :

C. Sciences biologiques :

37. *Thérapeutique générale et pharmacologie* . . .	G. POUCHET, membre de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.
38. *Hygiène et médecine publiques*	A. CALMETTE, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.
39. *Psychologie appliquée*	E. TOULOUSE, directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Etudes, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
40. *Sociologie appliquée* . .	TH. RUYSSEN, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

M. ALBERT MAIRE, bibliothécaire à la Sorbonne, est chargé de l'*Index* de l'Encyclopédie scientifique.

Paris-Lille. Imp. A. Taffin-Lefort. — 53-8-19.

6. (générales.
anatomie et physiologie



